George Sutty
Steve Blair

Guida alle schede EGA/VGA

tecniche nuove

George Sutty
Steve Blair

Guida alle schede
EGA/VGA

tecniche nuove

Marchi di fabbrica

IBM PC/AT, PC/XT PS/2, VGA, EGA, CGA e MDA sono marchi di fabbrica della International Business Machines Corporation.
MS-Windows, MS-DOS, Microsoft C, Microsoft Assembler e Microsoft Link sono marchi di fabbrica della Microsoft Corporation.
Turbo Pascal e Turbo C sono marchi di fabbrica di Borland International.
GEM è un marchio di fabbrica di Digital Research, Inc.
Multisync è un marchio di fabbrica di NEC Corporation.
Hercules è un marchio di fabbrica di Hercules Computer Technology, Inc.

EDIZIONE ORIGINALE
Programmer's Guide to the EGA/VGA– George Sutty, Steve Blair

EDIZIONE ITALIANA
Traduzione di Maria Grazia Albanesi
Revisione a cura di Roberto Albanesi

Finito di stampare nel mese di giugno 1990

ISBN 88-7081-581-1

Stampa: Grafica 85 srl, Rodano Millepini (MI)
Printed in Italy

Indice

Introduzione

La grafica computerizzata, come molte altre tecnologie emergenti, sembra essere destinata a modificare profondamente il modo in cui vengono utilizzati i calcolatori. Migliorando l'interfaccia tra l'essere umano e la macchina, questa tecnologia sta cambiando l'interazione con i calcolatori, rendendoli più accessibili. Ciò si verifica specialmente nell'utilizzo dei personal computer, ove l'interfaccia con l'utente è (o dovrebbe essere) altamente interattiva.

Fino a poco tempo fa, gli alti costi della tecnologia grafica facevano sì che rimanesse confinata nell'ambito dei minicalcolatori o dei mainframe, mentre le capacità grafiche dei personal computer erano molto ridotte. I progressi nella tecnologia delle memorie e nel progetto dei circuiti VLSI e dei video CRT (Cathode Ray Tube = tubo a raggi catodici) contribuiscono sempre più ad innalzare la qualità della grafica a colori nell'elaborazione con personal computer.

L'IBM, la società che ha fissato lo standard nell'elaborazione con personal computer, ha anche stabilito lo standard per la grafica sullo stesso tipo di calcolatore. La scheda EGA (Enhanced Graphics Adapter) e la sua consimile, la VGA (Video Graphics Array), sono ben presto divenute le schede grafiche video più comuni su PC IBM ed elaboratori compatibili. Più di un milione di schede EGA compatibili sono state vendute da più di una dozzina di differenti case venditrici. La VGA, anche se molto più recente, fa parte della configurazione standard sulla maggior parte dei calcolatori PS/2 IBM. La vasta gamma delle caratteristiche disponibili sull'EGA ha indubbiamente contribuito al suo straordinario successo. Anche se l'EGA è la prima scheda disponibile in grado di dotare il PC di elevate capacità grafiche a colori, l'ampio spettro di modalità operative la rende compatibile con una vasta parte dell'enorme quantità del software di base scritto per la scheda MDA (Monochrome Display Adapter) e per la CGA (Color Graphics Adapter). Oltre a ciò, la maggior parte delle schede compatibili EGA

disponibili oggi giorno sono state migliorate con l'aggiunta di altri modi compatibili (la compatibilità non è poi così completa, come si vedrà in seguito).
Sfortunatamente, le caratteristiche e la versatilità dell'EGA hanno contribuito a complicare la vita a chi si dedica allo sviluppo di software in grado di sfruttarne le possibilità. Questo problema è peggiorato dalla mancanza di un'adeguata documentazione. I programmatori, dotati dei listati BIOS o di brevi descrizioni dei registri della scheda, sono impazziti nel cercare di sviluppare software grafico di buona qualità per l'EGA.
Le informazioni contenute nel presente libro hanno lo scopo di risparmiare il lavoro di interpretazione dei manuali di riferimento EGA IBM e di consentire il risparmio di molte ore spese in noiosi tentativi di prove e riprove. Utili informazioni riguardano anche gli algoritmi grafici per l'EGA.
Non è richiesta alcuna competenza avanzata di programmazione, ma solamente una comprensione di base di un linguaggio di programmazione (principalmente assembler). Il testo è organizzato in modo da poter essere consultato da principianti alle prime armi con le schede EGA/VGA, ma può essere inteso anche come manuale di riferimento in grado di fornire le risposte ai dubbi del lettore su questi argomenti.

L'ORGANIZZAZIONE DEL LIBRO

Il capitolo 1 descrive dettagliatamente i modi operativi standard di EGA e VGA, tra i quali i modi grafici e i modi di testo, sia a colori sia monocromatici alle varie risoluzioni dello schermo. In questo capitolo il lettore potrà scoprire come identificare i modi appropriati per un dato dispositivo video e come configurare l'EGA o la VGA per funzionare in un dato modo. I modi operativi standard VGA e CGA sono inoltre confrontati con quelli di altre comuni schede per PC.
Nel capitolo 2 sono illustrate le architetture di EGA e VGA. Ogni funzione di programmazione che non possa essere realizzata efficentemente mediante il BIOS (Basic Input-Output System = Sistema Fondamentale di Ingresso-Uscita) deve essere realizzata indirizzando direttamente l'hardware della scheda. In questo capitolo viene fornita una panoramica completa dell'hardware, del suo funzionamento e di come può essere indirizzato. Una buona

comprensione dei concetti descritti nel capitolo 2 è essenziale per la comprensione dei capitoli che seguono.

Il capitolo 3 fornisce una descrizione dettagliata di tutti i registri di I/O di EGA e di VGA (più di sessanta in tutto). La maggior parte di tali registri necessita solo dell'inizializzazione da parte del BIOS per definire il modo operativo della scheda e non sono di grande interesse per il programmatore, che invece può utilizzare un piccolo sottoinsieme dei registri di I/O per realizzare funzioni come il disegno di linee, il BITBLT (BIT oriented Block Transfer = trasferimento di blocchi orientato al bit), panning, scrolling e così via.

Il capitolo 4 è dedicato al BIOS su ROM VGA e CGA. Le routine firmware del BIOS forniscono un metodo relativamente ad alto livello per interfacciare software applicativo alle schede VGA e EGA. L'interfaccia BIOS è, di fatto, il metodo ufficialmente dichiarato da IBM per programmare l'EGA e la VGA. Sfortunatamente, i limiti di prestazioni insiti in quest'approccio lo rendono impraticabile nella maggior parte dei casi per poter affidarsi semplicemente all'interfaccia BIOS. Tuttavia, le funzionalità video del BIOS costituiscono una valida risorsa per il programmatore di applicazioni. Le routine BIOS EGA e VGA presentano anche una certa compatibilità con le schede video CGA e MDA. Il capitolo 4 descrive in dettaglio tutte le funzioni video del BIOS, unitamente ad esempi di programmazione sul loro utilizzo.

L'appendice comprende i dati tecnici per EGA e VGA, in un formato di facile consultazione per il programmatore.

Per aiutare il lettore nell'individuazione di quali sezioni del testo possono risultare più utili per le sue particolari applicazioni, vengono utilizzati i seguenti simboli per identificare importanti caratteristiche delle schede EGA/VGA.

* Indica un registro la cui modifica potrebbe essere pericolosa. I registri di questo tipo spesso sono coinvolti nella generazione della temporizzazione del CRT e una modifica non avveduta del loro contenuto potrebbe interferire con la temporizzazione di ritraccia del CRT, causando un danno fisico al video.
I registri di questo tipo sono sempre inizializzati dal BIOS durante la inizializzazione del modo di visualizzazione e non vi è alcuna ragione di modificarli via software.

★ Indica un registro che può rivelarsi utile per esplicare specifiche funzioni (panning, scrolling, movimento del cursore, ecc...)

➠ Indica una caratteristica della scheda EGA che funziona in modo differente a seconda delle dimensioni della sua memoria video. Quasi tutte le schede EGA compatibili disponibili sul mercato hanno una memoria video di 256K byte, ma ve ne sono altre con 64K byte o 128K byte. Per ulteriori informazioni sulla dimensione della memoria video, si veda la sezione dedicata alle configurazioni parziali di memoria del capitolo 1.

✖ Indica una caratteristica unica per la VGA, non funzionante su EGA.

Capitolo 1

I concetti fondamentali

INTRODUZIONE

La scheda per grafica avanzata EGA (che sta per Enhanced Graphics Adapter) fu sviluppata dall'IBM con l'intento di essere commercializzata assieme al video a colori avanzato (Enhanced Color Display, ECD) dell'IBM. Questa soluzione fornisce capacità grafiche a colori con risoluzioni fino a 640 pixel (in senso orizzontale) per 350 pixel (in senso verticale) e l'utilizzo simultaneo fino a 16 colori, a scelta tra i 64 colori possibili che il video prevede. Alcune aziende esterne produttrici di video EGA compatibili hanno incluso nei loro prodotti modelli con risoluzione ancora più alta.
L'EGA è inoltre compatibile con quasi tutti i video utilizzati comunemente su personal computer IBM, anche se la compatibilità si riferisce a una piccola parte del software che è stato sviluppato per tali dispositivi video. Ciò ha indotto la maggior parte dei programmatori di software applicativo a produrre nuove versioni EGA compatibili dei loro programmi.
La scheda VGA (Video Graphics Array) è stata sviluppata da IBM come una versione migliorata dell'EGA e fa parte della configurazione standard della maggior parte dei calcolatori della famiglia dei PS/2 IBM. Prevede risoluzioni che raggiungono i 640 pixel in senso orizzontale e i 480 in senso verticale, essendo inoltre in grado di visualizzare molti colori simultaneamente (fino a 256, ma soltanto a una risoluzione più bassa).
A differenza dell'EGA, la scheda VGA non è compatibile con molti dispositivi video. L'IBM fornisce un video a colori e uno monocromatico

VGA compatibili. Tuttavia, la VGA prevede delle modalità operative (modi) in grado di simulare il funzionamento di altri video e che sono parzialmente software compatibili. Per ulteriori informazioni sulla compatibilità, si veda la sezione di questo capitolo, "I modi compatibili".
Come tutte le altre comuni schede per la famiglia di PC/AT, l'EGA e la VGA sono schede "stupide" (non hanno capacità di elaborazioni locali su scheda). Il processore di sistema è responsabile di tutte le operazioni grafiche, scrivendo direttamente nella memoria video mappata a bit. Ai programmatori di applicazioni rimane la scelta tra programmare all'interno dei limiti di un ambiente grafico predefinito (come Microsoft Windows, GEM della Microsoft o GKS) o scrivere le proprie routine grafiche.

SCELTA DEL VIDEO

Tabella 1-1. Video compatibili con PC IBM.

Video	Schede Compatibili	Colori	Risoluzione di testo	Risoluzione grafica	Frequenza di scansione
Monocromatico	MDA Hercules EGA	2	80x25	640x350 720x350 720x348	Vert-50 Hz Orizz-15.8 KHz
Colori	CGA EGA	16	40x25 80x25	320x200 640x200	Vert-60 Hz Orizz-15.8 KHz
Colori Avanzato	CGA EGA	16 tra 64**	40x25 80x25	320x200 640x200 640x350	Vert-60 Hz Orizz-15.8KHz o 21.8 KHz
Multisync digitale*	CGA EGA	16 tra 64**	40x25 80x25	320x200 640x200 640x350	Variabile
Multisync Analogico	VGA	256 tra 256K	80x25	640x480 800x600	Variabile
Video a colori	VGA	256 tra 256K	40x25 80x25	320x400 640x400	Vert-70 Hz Orizz-31.5 KHz

Video VGA Monocromatico	320x350 640x350 720x350 720x400 640x480

* I video Multisync della NEC e i modelli simili di altre case produttrici prevedono modi estesi con più colori a risoluzioni più alte rispetto allo standard EGA.

** 16 tra 64 significa che si possono vedere contemporaneamente al massimo 16 colori scelti da una tavolozza di 64 colori possibili

256 tra 256K significa la possibile scelta di 256 differenti colori tra 256.000

MDA = Monochrome Display Adapter.

CGA = Color Graphics Adapter.

EGA = Enhanced Graphics Adapter.

VGA = Video Graphics Array.

La tabella 1-1 riassume i tipi di dispositivi video che possono essere utilizzati con EGA e VGA. Essi possono essere classificati a seconda del tipo di interfaccia che utilizzano. Ecco un elenco dei più comuni tipi di interfacce per personal computer:

- Il **Video digitale (TTL)** presenta tipicamente da uno a sei linee di colore in ingresso. Quando una linea diviene attiva (ON), il colore compare sullo schermo. Il numero di colori che possono essere visualizzati su un video digitale è pari a 2^n, dove n è il numero di linee di colore. La maggior parte dei dispositivi video dei personal computer sono digitali. L'EGA richiede l'utilizzo di un video digitale.

- Il **Video composito** possiede una sola linea in ingresso, e può essere monocromatico o a colori. Spesso in sistemi di piccole dimensioni si utilizzano dispositivi video compositi monocromatici, che generalmente offrono una risoluzione molto bassa. La CGA è l'unica scheda video IBM compatibile con un video composito, oltre che con video TTL.

I video compositi a colori si trovano generalmente nell'industria televisiva, ma non sono utilizzati come dispositivi di visualizzazione per calcolatori, in quanto la risoluzione richiesta dalle applicazioni grafiche computerizzate superano di gran lunga quella degli apparecchi televisivi anche di più alta qualità.

- Il **video analogico RGB** possiede tre linee analogiche di colore in ingresso: rosso, verde e blu. Il livello di tensione su ciascuna linea determina la percentuale del relativo colore che apparirà sullo schermo. Il numero di colori visualizzabili è teoricamente infinito, ma in realtà è limitato dalle capacità della scheda. Dal momento che il numero di colori è virtualmente illimitato, il video analogico RGB è considerato il rappresentante della più alta tecnologia di dispositivi video.

La scheda VGA richiede l'utilizzo di un video analogico, disponibile sia a colori sia monocromatico e in grado di offrire una maggiore flessibilità in confronto ai dispositivi digitali meno recenti. Se si utilizza un modo a colori su un video monocromatico, il colore viene rappresentato come una tonalità (livello) di grigio. È possibile richiamare anche un modo monocromatico su un video a colori.
La scelta del dispositivo video è, nella maggior parte dei casi, determinata dal tipo di software applicativo che si intende far funzionare o sviluppare su sistema. I tipi di dispositivi video più comuni che si possono utilizzare attualmente su macchine IBM compatibili sono riassunti nella tabella 1-1. Anche se potrebbe non sembrare ovvio l'acquisto di una scheda grafica avanzata (EGA) senza un video a colori avanzato (ECD), vi sono almeno due buone ragioni che non sono poi così astruse. Alcuni utenti preferiscono investire maggiormente nell'acquisto della scheda e inserire nel proprio sistema un'EGA, sperando che i costi superiori dei dispositivi video si abbassino, permettendo l'acquisto di un video a colori. Sembra essere un ragionamento corretto, dal momento che i prezzi dei video si sono notevolmente abbassati da quando è stata introdotta l'EGA. D'altra parte altri utenti hanno scelto l'EGA come standard per tutti i loro sistemi, da quelli per la elaborazione di testi alle stazioni di lavoro di progetto, consentendo l'utilizzo di una sola scheda, sia per i video a colori, sia per quelli monocromatici.

Il video monocromatico

Originariamente il PC IBM venne messo in commercio con il Monochrome Display IBM (MD, video monocromatico) e con la relativa scheda di interfaccia (Monochrome Display Adapter, MDA). In seguito nel testo verranno utilizzate queste due sigle, MD e MDA. Anche se l'MDA non

possiede caratteristiche grafiche, questa configurazione è ancora oggi molto popolare per le applicazioni di testo. La risoluzione dell'MDA (720 x 350) è più alta di quella dell'EGA (640 x 350). Se non si desidera utilizzare la grafica e i colori, il video monocromatico con la scheda MDA presenta un testo di buona qualità a basso costo (la qualità del testo è un punto debole di molti video a colori).

Poco dopo l'introduzione del PC IBM, molte altre ditte si misero a produrre dispositivi in grado di realizzare opzioni aggiuntive che l'IBM non forniva; una di queste, Hercules Computer Technology, Inc. presentò sul mercato una scheda video per il video monocromatico IBM in grado di offrire prestazioni grafiche, pur essendo compatibile con l'MDA. La scheda grafica Hercules divenne rapidamente uno standard per la grafica monocromatica. Solo quando fu introdotta l'EGA, IBM fu in grado di offrire una scheda grafica per video monocromatici.

Molte ditte producono dispositivi video compatibili con il video monocromatico IBM. Essi prevedono una frequenza di refresh verticale di 50 Hz, ovvero lo schermo del video viene riscritto 50 volte al secondo.

La CGA comprende un connettore per il controllo di un video monocromatico composito, e una configurazione di questo tipo si ritrova spesso in sistemi di piccole dimensioni. Tuttavia la qualità di visualizzazione è abbastanza bassa: pertanto questa soluzione non riceve molte attenzioni dai produttori di software.

I modi grafici monocromatici dell'EGA non sono compatibili con la grafica Hercules. La risoluzione offerta dalla scheda Hercules (720x348) è superiore a quella dell'EGA (640x350). Questo fatto, assieme alla vasta quantità di software compatibile con l'Hercules che già esiste, hanno indotto molte altre compagnie ad aggiungere alla scheda EGA modi compatibili con l'Hercules. Tuttavia, non si è raggiunta la piena compatibilità e nessuna delle schede prodotte può vantare una compatibilità Hercules al 100%. La maggior parte di tali schede permette il funzionamento del software più comune e ciò è stato sufficiente ad assicurare a queste aziende un vasto mercato.

La qualità dell'emulazione Hercules presentata dalle schede EGA compatibili varia a seconda dell'azienda produttrice. Se l'utente è interessato alla compatibilità Hercules, dovrebbe dedicare un poco di tempo allo studio sul grado di compatibilità offerto dai differenti prodotti, prima di scegliere una ditta produttrice di schede EGA. Questo argomento sarà discusso in dettaglio più avanti in questo stesso capitolo (si veda "I modi compatibili").

Il video a colori

L'IBM stabilì il primo standard per l'utilizzo del colore nei personal computer con l'introduzione del Color Display (CD) IBM e della scheda Color Graphics Adapter (CGA). La CGA prevede una grafica a 4 colori e un testo a 8 colori, mentre il dispositivo video è in grado di visualizzare 16 colori. Tuttavia la risoluzione del video a colori lascia molto a desiderare (640x200). Può risultare fastidioso fissare il testo sullo schermo CD, dal momento che una griglia di un carattere (uno spazio di dimensioni pari a 8 per 8 pixel) contiene pochi pixel, dando come risultato un insieme di caratteri poco nitidi e dall'aspetto granuloso.
Per peggiorare ulteriormente le cose, sulla scheda originale CGA IBM, un accesso del processore alla memoria video può interferire con le operazioni di refresh dello schermo, causando l'effetto "neve". Per evitare il problema, la maggior parte del software per CGA esegue il "blank" dello schermo (disattiva il refresh) durante l'esecuzione di funzioni grafiche di disegno. Il risultato è un noioso tremolìo che si nota in alcuni modi operativi CGA (compreso quello di testo, che è utilizzato dal gestore di console dell'MS-DOS).
Nonostante queste limitazioni, le sue caratteristiche di prezzo contenuto, dei colori e le sue prestazioni grafiche hanno contribuito all'enorme successo della scheda CGA. Esiste attualmente una vasta base di software e hardware CGA compatibili.
Molte altre aziende producono video CD compatibili, provvisti di una frequenza di refresh verticale di 60 Hz.

Il video a colori avanzato

Assieme all'EGA, IBM presentò anche il video a colori avanzato (Enhanced Color Display, ECD). Si tratta di un notevole passo avanti rispetto al CD, in quanto fornisce una risoluzione maggiore (640x350) e un maggior numero di colori (64 contro 16). I modi di testo sono migliorati da un insieme di caratteri di qualità avanzata, utilizzanti una griglia di 8 per 14 pixel. Il testo risulta così molto simile (ma non uguale) a quello dell'MDA monocromatico. Non esistono problemi di tremolìo come nel caso della CGA.

L'IBM impiegò parecchio tempo nel progetto di EGA ed ECD, in modo da assicurare una compatibilità a ritroso con CGA e CD. L'EGA prevede dei modi operativi che permettono di controllare il video a colori CD e di eseguire software per CGA. Il video a colori avanzato ha una duplice frequenza di visualizzazione; oltre ad operare alla risoluzione EGA (640x350), l'ECD può essere connesso a una CGA funzionando alla risoluzione del CD (630x200).

I dispositivi video ECD sono disponibili presso un gran numero di compagnie; essi presentano una frequenza di refresh verticale di 60 Hz ed orizzontale di 15,75 o 21,8 KHz.

Rilevando una tendenza verso risoluzioni più elevate, NEC Corp. ha creato una linea di dispositivi video dal nome Multisync, capaci di operare a diverse frequenze di sincronismo (verticale ed orizzontale) e quindi in grado di fornire diverse risoluzioni. Altre ditte, fra le quali Sony, Thompson e Mitsubishi, hanno introdotto dispositivi video simili a questi con frequenza variabile, partendo dalla risoluzione EGA (640 X 350), salendo a 640x400, 640x480, 800x600, 1024x768, o anche più.

Oltre a una maggiore risoluzione, i dispositivi video a frequenza multipla offrono un maggior numero di colori rispetto all'ECD. Operando in modo digitale, essi possiedono 64 colori come l'ECD. Passando al modo analogico, un video a frequenza multipla funziona come un video analogico con un numero di colori virtualmente illimitato. La maggior parte dei dispositivi video a frequenza multipla sono anche compatibili con la VGA (può occorrere un cavo per la scheda). Il video originale Multisync di NEC non è VGA compatibile.

L'utilizzo dei modi a più alta risoluzione e dei colori avanzati di un video a frequenza multipla presuppone l'impiego di una scheda video in grado di sfruttare queste possibilità.

L'EGA presenta gli stessi problemi di compatibilità con la CGA e con le schede grafiche Hercules (per lo più a causa degli stessi motivi). Ciò ha spinto altre ditte a creare nuovi modi operativi per i prodotti EGA compatibili. Questi emulatori di CGA condividono gli stessi limiti già precedentemente considerati per l'Hercules. Se l'utente è seriamente interessato alla compatibilità CGA, vale la pena valutare attentamente la scelta della ditta produttrice della scheda EGA prescelta. Questo argomento sarà discusso in dettaglio più avanti in questo stesso capitolo (si veda "I modi compatibili").

Il video VGA ✖

L'introduzione della scheda VGA da parte di IBM fu accompagnata dalla nascita di una nuova famiglia di video VGA compatibili, comprendente un video analogico RGB ad alta risoluzione e un video analogico monocromatico che rappresenta l'informazione del colore sotto forma di livelli (tonalità) di grigio. Questi due dispositivi sono intercambiabili, nel senso che applicazioni che fanno uso del colore possono essere utilizzate sul video monocromatico, mentre le applicazioni per grafica monocromatica possono funzionare sul video a colori.

CONFIGURAZIONI PARZIALI DI MEMORIA ➠

La maggior parte delle schede EGA compatibili sono configurate con l'intera memoria video di 256K byte. La scheda originale EGA di IBM invece prevedeva tre configurazioni di memoria: 64K byte, 128K byte e 256K byte. Le schede con meno di 256K byte di memoria video hanno delle limitazioni sul numero di colori e/o sul volume di dati visualizzabili nei vari modi.
Dal momento che IBM ha dotato un certo numero di schede EGA di una memoria inferiore a quella massima installabile, nel testo sono documentate le varie limitazioni causate dall'utilizzo di configurazioni parziali di memoria.

I MODI OPERATIVI STANDARD DELLA SCHEDA EGA

Allo scopo di conformare a uno standard generale le interfacce video per software applicativo, IBM ha definito una serie di modi operativi standard per le schede EGA e VGA. Questi modi non esauriscono tutte le configurazioni in cui può operare la scheda, ma non vi sono validi motivi per allontanarsi dai modi operativi standard. Alcune aziende produttrici di schede EGA compatibili hanno realizzato gestori di dispositivi video essenzialmente con due scopi: implementare emulatori (come per la CGA o l'Hercules) o raggiungere risoluzioni più alte di quanto non possa fare la

Tabella 1-2. I modi video standard IBM.

Modo	Tipo	Colori	Risoluzione	Video compatibili
0,1	testo colore	16	40 x 25 griglia 8 x 8	CD, ED, VGA a frequenza multipla
0*,1*	testo colore	16	40 x 25 griglia 8 x 14	ED, VGA a frequenza multipla
0+,1+	testo colore	16	40 x 25 griglia 9 x 16	VGA a frequenza multipla
2,3 ➡	testo colore	16	80 x 25 griglia 8 x 8	CD, ED, VGA a frequenza multipla
2*,3* ➡	testo colore	16	80 x 25 griglia 8 x 14	ED, VGA a frequenza multipla
2+,3+	testo colore	16	80 x 25 griglia 9 x 16	VGA a frequenza multipla
4,5	grafico colore	4	320 x 200	CD, ED, VGA a frequenza multipla
6	grafico colore	2	640 x 200	CD, ED, VGA a frequenza multipla
7 ➡	testo monocromatico	2	80 x 25 griglia 8 x 14	VGA monocromatico
7+	testo monocromatico		80 x 25 griglia 9 x 16	Solo VGA
8,9,A	solo PC jr			
D ➡	grafico colore	16	320 x 200	CD, ED, VGA a frequenza multipla
E ➡	grafico colore	16	640 x 200	CD, ED, VGA a frequenza multipla
F ➡	grafico monocromatico		640 x 350	VGA monocromatico

10 ➠	grafico colore	16	640 X 350	ED, VGA a frequenza multipla
11	grafico colore	2	640 X 480	VGA a frequenza multipla
12	grafico colore	16	640 X 480	VGA a frequenza multipla
13	grafico colore	256	320 X 200	VGA a frequenza multipla

La maggior parte dei video a frequenza multipla sono VGA compatibili.
Il Multisync originale della NEC non è VGA compatibile.

CD = Color Display (video a colori)
ED = Enhanced Color Display (video a colori avanzato).

scheda EGA (640x480). I modi elencati di seguito sono validi sia per l'EGA sia per la VGA. Molti di essi sono stati ereditati dalle schede CGA e MDA. Fin dall'introduzione della CGA da parte di IBM, tutte le schede video IBM comprendevano i modi di testo a 40 colonne. Lo scopo di questi modi era permettere la visualizzazione del testo sugli apparecchi televisivi domestici, dotati di una più bassa risoluzione dei video dei calcolatori e per questo non in grado di visualizzare 80 colonne di testo. Questi modi non sono comunemente utilizzati, se non da un limitato numero di giochi elettronici che impiegano testi a 40 colonne.
È necessaria una scheda speciale per collegare un calcolatore IBM compatibile a un apparecchio televisivo.

Modi 0 e 1 (testo a colori)

Su EGA e VGA non esistono differenze funzionali tra il modo 0 e 1. Essi sono stati ereditati dalla scheda CGA e la differenza tra i due modi scomparve con l'introduzione del connettore output del video composito CGA. I modi 0 e 1 visualizzano il testo a colori sia su CD che su ECD, su video VGA o su video a frequenza multipla a una risoluzione di 40 colonne per 25 linee di caratteri. Viene utilizzato l'insieme di caratteri CGA con una

griglia di 8 per 8 pixel, ottenendo come risultato un testo di bassa qualità come nella scheda CGA.
La compatibilità CGA non è completa, sia per l'EGA sia per la VGA, e non tutto il software per scheda CGA funziona correttamente in questi due modi. In linea generale, il software che utilizza le routine BIOS e che non si serve degli accessi diretti ai registri di I/O sulla scheda video non presenta problemi. L'accesso diretto del processore alla memoria video non causa problemi di incompatibilità. Per ulteriori informazioni, si veda la sezione "I modi compatibili", più avanti in questo stesso capitolo.
In questi modi, le schede EGA e VGA prevedono 8 pagine di visualizzazione, selezionabili preferibilmente mediante una chiamata BIOS, oppure alterando il registro di indirizzo di inizio nel controllore CRT (vedere il capitolo 3). L'accesso alle diverse pagine di visualizzazione viene eseguito dal processore alle seguenti locazioni di memoria:

Pagina 0 - B800:0000	Pagina 4 - B800:2000
Pagina 1 - B800:0800	Pagina 5 - B800:2800
Pagina 2 - B800:1000	Pagina 6 - B800:3000
Pagina 3 - B800:1800	Pagina 7 - B800:3800

Sono previsti otto colori standard più otto variazioni. Per ciascun carattere si può precisare il colore di sfondo o di primo piano. La tabella 1-3 illustra gli attributi dei colori standard. A questo proposito, per ulteriori informazioni si, veda il capitolo 2.

Doppia scansione ✖

Se operante nei modi compatibili CGA, la scheda video VGA utilizza una tecnica conosciuta come doppia scansione per riprodurre la bassa risoluzione della CGA (200 linee di scansione) su un video a risoluzione più alta (400 linee di scansione) proprio di una scheda VGA. Ciascuna delle 200 linee di scansione orizzontale è visualizzata due volte, aumentando la risoluzione verticale dello schermo da 200 a 400 linee di scansione. Ciò aumenta la qualità del video e compensa in parte l'effetto del differente rapporto d'aspetto del video VGA. La doppia scansione è impiegata nei modi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, D ed E.
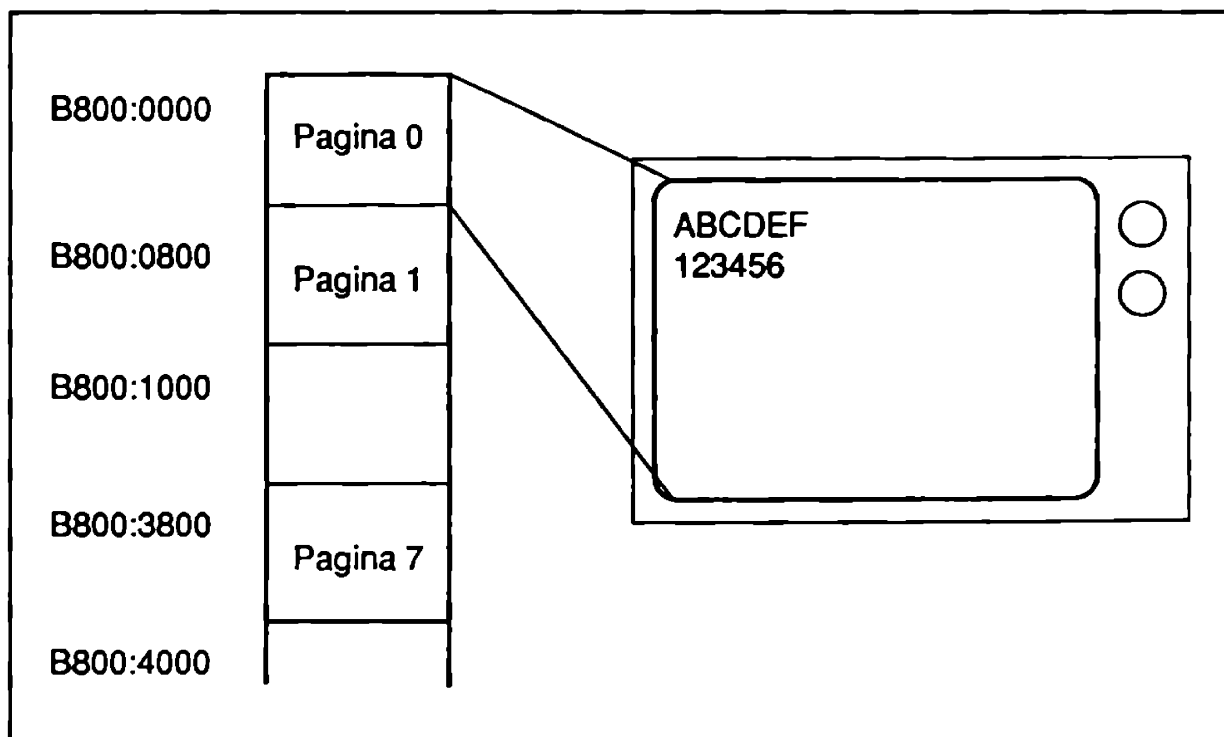
Figura 1-1. Pagine nel modo 0 e 1.

Tabella 1-3. Gli attributi standard del testo.

Attributo	Colore standard	Variazione del colore
000	Nero	Grigio
001	Blu	Azzurro
010	Verde	Verde chiaro
011	Ciano	Ciano chiaro
100	Rosso	Rosso chiaro
101	Magenta	Magenta chiaro
110	Marrone	Giallo
111	Grigio	Bianco

Modi 0* e 1* (modo di testo a colori)

I modi 0* e 1* sono delle versioni migliorate dei modi 0 e 1. L'immagine visualizzata è costituita da 40 colonne per 25 righe di caratteri. L'insieme di caratteri della CGA costituiti su una griglia di 8x8 pixel è sostituito da quello avanzato della scheda EGA, in cui la griglia dei caratteri è di 8 per 14 pixel.

Questi modi non possono essere utilizzati con un CD standard, ma con un ECD, un video a frequenza multipla o un video VGA.
Anche se questi modi garantiscono una qualità dell'immagine più leggibile rispetto ai modi 0 e 1, il livello di compatibilità con la scheda CGA è ancora più basso, a causa delle differenze tra gli insiemi di caratteri. Ciò può interferire con le operazioni eseguite da alcune funzioni come ad esempio quelle di visualizzazione del cursore o la sottolineatura di un carattere.
Come per i modi 0 e 1, esistono 8 pagine di memoria video indirizzabili dal processore alle seguenti locazioni:

Pagina 0 - B800:0000	Pagina 4 - B800:2000
Pagina 1 - B800:0800	Pagina 5 - B800:2800
Pagina 2 - B800:1000	Pagina 6 - B800:3000
Pagina 3 - B800:1800	Pagina 7 - B800:3800

Sono previsti otto colori standard più otto variazioni. Per ciascun carattere si può precisare il colore di sfondo o di primo piano. La tabella 1-3 illustra gli attributi dei colori standard. A questo proposito, per ulteriori informazioni si veda il capitolo 2.

Modi 2 e 3 (modi di testo a colori) ➠

I modi 2 e 3 sono simili ai modi 0 e 1, con la differenza che utilizzano, in luogo delle 40 colonne, 80 colonne di caratteri. Sull'EGA non esistono differenze funzionali tra il modo 2 e il modo 3. Come per i modi 0 e 1, anche il 2 e il 3 sono un retaggio della scheda CGA, e la differenza tra i due modi scomparve con l'introduzione del connettore di output del video composito CGA. I modi 2 e 3 visualizzano il testo a colori su CD, ECD, e video VGA e a frequenza multipla a una risoluzione di 80 colonne per 25 linee di caratteri. Viene utilizzato l'insieme di caratteri CGA, definiti su una griglia di 8 per 8 pixel, fornendo un testo di bassa qualità.
Sia la scheda EGA sia la VGA prevedono in questi due modi 8 pagine di memoria video (eccetto quando l'EGA IBM è installata con soli 64K byte di memoria video, nel qual caso sono utilizzate solamente 4 pagine). Una chiamata BIOS è il metodo preferibile per il passaggio da una pagina all'altra, anche se lo stesso risultato si può ottenere alterando il registro di indirizzo di inizio nel controllore CRT (vedere il capitolo 3). L'accesso alle

diverse pagine di visualizzazione viene eseguito dal processore alle seguenti locazioni di memoria:

Pagina 0 - B800:0000	Pagina 4 - B800:4000
Pagina 1 - B800:1000	Pagina 5 - B800:5000
Pagina 2 - B800:2000	Pagina 6 - B800:6000
Pagina 3 - B800:3000	Pagina 7 - B800:7000

Sono previsti otto colori standard più otto variazioni. Per ciascun carattere si può precisare il colore di sfondo o di primo piano. La tabella 1-3 illustra gli attributi dei colori standard. A questo proposito, per ulteriori informazioni si veda il capitolo 2.
Se operante in questi due modi, la scheda VGA utilizza la tecnica che va sotto il nome di doppia scansione.

Modi 2* e 3* (modi di testo a colori) ➠

I modi 2* e 3* sono delle versioni migliorate dei modi 2 e 3. L'immagine visualizzata è costituita da 80 colonne per 25 righe di caratteri. L'insieme di caratteri della CGA costituiti su una griglia di 8x8 pixel è sostituito da quello avanzato della scheda EGA, in cui la griglia dei caratteri è di 8 per 14 pixel. Questi modi non possono essere utilizzati con un CD standard, ma con un ECD, un video a frequenza multipla o un video VGA.
Anche se questi modi garantiscono una qualità dell'immagine più leggibile rispetto ai modi 0 e 1, il livello di compatibilità con la scheda CGA è ancora più basso, a causa delle differenze tra gli insiemi di caratteri. Ciò può interferire con le operazioni eseguite da alcune funzioni come quelle di visualizzazione del cursore o la sottolineatura di un carattere.
Come nei modi 2 e 3, esistono 8 pagine di memoria video (eccetto quando l'EGA IBM è installata con soli 64K byte di memoria video, nel qual caso sono utilizzate solamente 4 pagine). Una chiamata BIOS è il metodo preferibile per il passaggio da una pagina all'altra, anche se si può ottenere lo stesso risultato alterando il registro di indirizzo di inizio nel controllore CRT (vedere il capitolo 3). L'accesso alle diverse pagine di visualizzazione viene eseguito dal processore alle seguenti locazioni di memoria:

Pagina 0 - B800:0000	Pagina 4 - B800:4000
Pagina 1 - B800:1000	Pagina 5 - B800:5000
Pagina 2 - B800:2000	Pagina 6 - B800:6000
Pagina 3 - B800:3000	Pagina 7 - B800:7000

Sono previsti otto colori standard più otto variazioni. Per ciascun carattere si può precisare il colore di sfondo o di primo piano. La tabella 1-3 illustra gli attributi dei colori standard. A questo proposito, per ulteriori informazioni si veda il capitolo 2.

I modi 4 e 5 (Modi grafici a 4 colori, 320 x 200)

I modi 4 e 5 sono modi grafici CGA molto popolari previsti anche da EGA e VGA. La distinzione tra tali modi è scomparsa com l'introduzione del connettore di output del video composito CGA. La risoluzione è di 320 pixel (orizzontali) per 200 pixel (verticali). Questi modi sono compatibili con CD, ECD, alcuni dispositivi video a frequenza multipla o VGA.
È possibile visualizzare fino a quattro colori, a scelta tra un insieme di colori standard o un secondo insieme alternativo.
Come per tutti i modi standard CGA, la compatibilità su EGA e VGA non è completa. Sull'EGA, il software che esegue accessi diretti si registri di I/O può presentare alcuni problemi, mentre funziona correttamente quello che fa uso delle chiamate a routine BIOS per configurare i registri. Per ulteriori informazioni, si veda la sezione "I modi compatibili", più avanti in questo stesso capitolo.

Tabella 1-4. I colori standard nei modi 4 e 5.

Colori standard	Colori alternativi
Nero	Nero
Ciano chiaro	Verde
Magenta chiaro	Rosso
Bianco	Marrone

È disponibile una sola pagina di memoria, localizzata all'indirizzo B800:0000. Le informazioni relative ai colori dei pixel sono memorizzate in

un formato compatto (a pacchetti) con 2 bit per pixel (per maggiori dettagli si veda la sezione "La memoria video nei modi grafici" nel capitolo 2). Se operante in questi due modi, la scheda VGA utilizza la tecnica che va sotto il nome di doppia scansione.
I modi grafici CGA costituiscono un'inusuale sfida per un programmatore grafico. Il controllore CRT usato sulla CGA (un Motorola 6845) è limitato a 128 linee di scansione di risoluzione verticale quando si opera in un modo grafico. Per raggiungere le 200 linee di risoluzione verticale, il controllore CRT è inserito in un modo di testo e programmato affinché generi 100 linee di caratteri, ciascuna dello spessore di due linee. La memoria video mappata a bit è quindi indirizzata come se fosse un generatore di caratteri. Il risultato è che la memoria video non è linearmente mappata sullo schermo, ma è necessario eseguire un calcolo che traduca la locazione del pixel sullo schermo in indirizzo della memoria video. Per una spiegazione su come avviene il mappaggio della memoria grafica CGA, si veda la sezione "La memoria video nei modi grafici" del capitolo 2.

Modo 6 (modo grafico a due colori, 640 x 200)

Il modo 6 presenta la più alta risoluzione grafica sulla CGA, previsto anche da EGA e VGA. La risoluzione dello schermo è di 640 (orizzontali) per 200 (verticali) pixel, con soli due colori. Questo modo è compatibile con CD, ECD, video VGA e alcuni dispositivi video a frequenza multipla.
Come in tutti i modi standard CGA su EGA, la compatibilità non è completa. Il software che accede direttamente ai registri di I/O della CGA non sempre funziona correttamente, mentre non presenta problemi quello che utilizza le chiamate BIOS per configurare i registri.
Come già detto a proposito dei modi 4 e 5, la memoria video non è mappata linearmente. È necessario eseguire un calcolo che traduca la locazione del pixel sullo schermo in indirizzo della memoria video. Per una spiegazione su come avviene il mappaggio della memoria grafica CGA, si veda la sezione "La memoria video nei modi grafici" del capitolo 2.
È disponibile una sola pagina, accessibile al processore all'indirizzo B800:0000.
Se operante nel modo 6, la scheda VGA utilizza la doppia scansione.

Modo 7 (modo di testo monocromatico) ➠

Nel modo 7, l'EGA e la VGA sono parzialmente software compatibili con l'MDA (Monochrome Display Adapter). In questo modo è necessario utilizzare un video monocromatico o un video VGA. L'immagine visualizzata sullo schermo è composta da 80 colonne per 25 linee di caratteri, definiti su una griglia di 8 per 14 pixel. Ogni carattere viene poi configurato a 9 pixel di ampiezza per occupare i 720 pixel orizzontali visualizzabili su un video monocromatico.
L'inserimento del nono pixel in ciascuna griglia di carattere crea un interessante problema alle schede MDA e EGA. L'insieme di caratteri IBM comprende alcuni caratteri grafici a blocchi (detti anche grafici a linea) che consentono il tracciamento sullo schermo di primitivi oggetti grafici (come contorni o rettangoli). Tali oggetti grafici dovrebbero apparire continui, ma il nono bit vuoto di ciascun carattere creerebbe dei buchi negli oggetti stessi. La soluzione adottata dall'IBM è semplice: se si visualizza un carattere grafico a blocchi, tutti i bit che occupano l'ottava posizione vengono ricopiati nella nona posizione (solamente per il dato carattere). Questa operazione può essere attivata o disattivata mediante un registro di controllo. I caratteri grafici a blocchi sono rappresentati da valori ASCII compresi tra i numeri esadecimali C0 e DF.
L'EGA prevede in questo modo 8 pagine di memoria video (eccetto quando l'EGA IBM è installata con soli 64K byte di memoria video, nel qual caso sono utilizzate solamente 4 pagine). Una chiamata BIOS è il metodo preferibile per il passaggio da una pagina all'altra, anche se si può ottenere lo stesso risultato alterando il registro di Indirizzo di inizio nel controllore CRT (vedere il capitolo 3). L'accesso alle diverse pagine di visualizzazione viene eseguito dal processore alle seguenti locazioni di memoria:

Pagina 0 - B800:0000	Pagina 4 - B800:4000
Pagina 1 - B800:1000	Pagina 5 - B800:5000
Pagina 2 - B800:2000	Pagina 6 - B800:6000
Pagina 3 - B800:3000	Pagina 7 - B800:7000

Nel modo di testo monocromatico, gli attributi dei caratteri non determinano il loro colore, ma definiscono altre caratteristiche, come la luminosità, l'intensità, la sottolineatura o la visualizzazione in reverse. Per una descri-

zione degli attributi del testo monocromatico si veda "Gli attributi del testo monocromatico" nel capitolo 2.

Il modo D (modo grafico a sedici colori, 320 x 200) ➠

A differenza dei modi precedentemente descritti, questo modo non presenta una compatibilità inversa per CGA e VGA. È molto simile al modo 4 (grafico a 4 colori CGA), ma offre un maggior numero di colori. La limitata risoluzione del modo D (320 x 200 pixel) non lo rende estremamente interessante per nuove applicazioni, e non è neppure software compatibile con le applicazioni meno recenti. Per questa ragione il modo D è scarsamente utilizzato. È compatibile con CD, ECD, video VGA e video a frequenza multipla.
Per la scheda EGA dotata dell'intera memoria video a 256K byte vi sono 8 pagine di memoria, mentre per le schede EGA IBM dotate di 128K byte le pagine sono solamente 4. Con 64K byte sono previste 2 pagine di memoria video. L'accesso alle diverse pagine di memoria video viene eseguito dal processore ai seguenti indirizzi:

Pagina 0 - A000:0000	Pagina 4 - A000:4000
Pagina 1 - A000:1000	Pagina 5 - A000:5000
Pagina 2 - A000:2000	Pagina 6 - A000:6000
Pagina 3 - A000:3000	Pagina 7 - A000:7000

Il modo D non presenta il problema del mappaggio non lineare della memoria proprio dei modi grafici CGA, e la traduzione della posizione di un pixel sullo schermo alla relativa locazione nella memoria video è abbastanza immediata. Per maggiori dettagli si veda la sezione "La memoria video nei modi grafici" nel capitolo 2. I colori standard previsti dal modo D sono illustrati nella tabella 1-5. Se operante nel modo D, la scheda VGA utilizza la doppia scansione.

Modo E (modo grafico a sedici colori, 640 x 200) ➠

Il modo E non è un modo compatibile CGA o MDA. Simile al modo 6 (grafico a due colori), offre un maggior numero di colori. La sua limitata

risoluzione (640 x 200 pixel) non lo rende estremamente interessante per nuove applicazioni e non è neppure software compatibile con le applicazioni meno recenti. Per questa ragione il modo E è scarsamente utilizzato. È compatibile con CD, ECD, video VGA e video a frequenza multipla.
Per la scheda EGA dotata dell'intera memoria video a 256K byte vi sono 4 pagine di memoria, mentre per le schede EGA IBM dotate di 128K byte le pagine sono solamente 2. Con 64K byte è prevista una sola pagina di memoria video. L'accesso alle diverse pagine di memoria video viene eseguito dal processore ai seguenti indirizzi:

Pagina 0 - A000:0000
Pagina 1 - A000:4000
Pagina 2 - A000:8000
Pagina 3 - A000:C000

Questo modo non presenta il problema del mappaggio non lineare della memoria proprio dei modi grafici CGA e la traduzione della posizione di un pixel sullo schermo alla relativa locazione nella memoria video è relativamente semplice. Per maggiori dettagli si veda la sezione "La memoria video nei modi grafici" nel capitolo 2. I colori standard previsti dal modo E sono illustrati nella tabella 1-5. Se operante nel modo E, la scheda VGA utilizza la doppia scansione.

Modo F (Modo grafico monocromatico, 640 x 350) ➠

Il modo grafico F è unico per EGA e VGA, e non si tratta di un modo compatibile. È richiesto un video monocromatico o VGA. La risoluzione è 640 pixel orizzontali per 350 verticali, inferiore quindi ai 720 per 348 della scheda grafica monocromatica Hercules.
Il modo F non presenta il problema del mappaggio non lineare della memoria proprio della scheda Hercules.
Sono disponibili due pagine di memoria video (eccetto il caso in cui sia installata una EGA IBM con soli 64K byte, nel qual caso è utilizzabile una sola pagina di memoria). Le pagine sono accessibili dal processore agli indirizzi:

Pagina 1 - A000:0000
Pagina 2 - A000:8000

Sono utilizzati due piani di "colore" della memoria video, che forniscono a ciascun pixel monocromatico i seguenti quattro attributi:

00 - nero
01 - bianco
10 - lampeggiante
11 - intensificato

I piani di memoria possono essere abilitati o disabilitati indipendentemente scrivendo nel registro di abilitazione dei piani del sequenzializzatore (si veda il capitolo 3).

Modo 10 (modo grafico avanzato a colori, 640 x 350) ➠

Il modo 10, unico per EGA e VGA, è il più diffuso per le nuove applicazioni grafiche a colori. Prevede una risoluzione di 640 pixel orizzontali per 350 verticali. Questo modo non è compatibile con il CD, ma è necessario utilizzare un ECD, un video VGA o un video a frequenza multipla. Sono utilizzati quattro piani di colore, in grado di fornire fino a 14 colori (eccetto quando la scheda EGA IBM ha installati solo 64K byte di memoria video, nel qual caso sono previsti solo due piani di memoria). I piani di memoria sono abilitati e disabilitati indipendentemente scrivendo nel registro di abilitazione dei piani del sequenzializzatore (si veda il capitolo 3).
Sono disponibili due pagine di memoria video (eccetto il caso in cui sia installata una EGA IBM con soli 64K byte, nel qual caso è utilizzabile una sola pagina di memoria). Le pagine sono accessibili dal processore agli indirizzi A000:000 e A000:8000.
Il modo 10 utilizza i colori standard elencati nella tabella 1-5. Questa tavolozza di colori può essere modificata riprogrammando i registri di tavolozza del controllore degli attributi (si veda il capitolo 3).

ALTRI MODI VGA ✖

Questi modi sono utilizzati unicamente per la scheda VGA, e per il loro utilizzo è necessario un video VGA o un video a frequenza multipla.

Tabella 1-5. La tavolozza dei colori standard per sedici modi a colori.

Piano 3 2 1 0	Colori Pieni (128KB)	Colori Parziali (64KB)
0 0 0 0	Nero	Nero
0 0 0 1	Blu	Blu
0 0 1 0	Verde	Nero
0 0 1 1	Ciano	Blu
0 1 0 0	Rosso	Rosso
0 1 0 1	Magenta	Bianco
0 1 1 0	Marrone	Rosso
0 1 1 1	Bianco	Bianco
1 0 0 0	Grigio scuro	Nero
1 0 0 1	Blu chiaro	Blu
1 0 1 0	Verde chiaro	Nero
1 0 1 1	Ciano chiaro	Blu
1 1 0 0	Rosso chiaro	Rosso
1 1 0 1	Magenta chiaro	Bianco
1 1 1 0	Giallo	Rosso
1 1 1 1	Bianco intenso	Bianco

Modo 0+, 1+ (modo di testo a colori) ✖

Questi modi costituiscono una versione avanzata dei modi compatibili 0 e 1 CGA. Il formato dello schermo è di 40 colonne per 25 linee di caratteri. L'insieme di caratteri standard CGA, definiti su una griglia di 8 per 8 pixel è sostituito dall'insieme di caratteri avanzati VGA definiti su una griglia di 9 per 16 pixel.
Questi modi sono soggetti agli stessi problemi di compatibilità descritti per i modi compatibili 0* e 1*.

Modo 2+, 3+ (modo di testo a colori) ✖

Questi modi costituiscono una versione avanzata dei modi compatibili 2 e 3 CGA. Il formato dello schermo è di 80 colonne per 25 linee di caratteri. L'insieme di caratteri standard CGA, definiti su una griglia di 8 per 8 pixel è sostituito dall'insieme di caratteri avanzati VGA definiti su una griglia di 9 per 16 pixel.

Questi modi sono soggetti agli stessi problemi di compatibilità descritti per i modi compatibili 2* e 3*.

Modo 7+ (modo di testo monocromatico) ✖

Questo modo costituisce un'emulazione standard del testo MDA, ma utilizza l'insieme di caratteri VGA 9x16. Presenta gli stessi problemi di compatibilità descritti per gli altri modi che utilizzano l'insieme di caratteri avanzati.

Modo 11 (modo grafico a due colori, 640 x 480) ✖

Anche se il modo 11 prevede la più alta risoluzione per la scheda VGA (640 pixel orizzontali per 480 verticali), utilizza solo due colori simultaneamente. Questo modo può essere impiegato per visualizzare testo su 30 righe per 80 colonne. L'indirizzo base della memoria per questo modo è A000:0000.

Modo 12 (modo grafico a sedici colori, 640 x 480) ✖

Il modo 12 prevede la più alta risoluzione per la scheda VGA (640 pixel orizzontali per 480 verticali), e utilizza sedici colori simultaneamente. La tabella 1-3 illustra i colori standard utilizzabili in questo modo, il cui indirizzo base di memoria è A000:0000.

Modo 13 (modo grafico a 256 colori, 320 x 200) ✖

Questo modo consente l'utilizzo di 256 colori simultaneamente, ma a una risoluzione veramente molto bassa (320 pixel orizzontali per 200 verticali). L'indirizzo base di memoria è A000:0000.

L'EGA A PIı ALTA RISOLUZIONE

Tentando di guadagnare un piccolo vantaggio sul mercato altamente competitivo, alcuni ditte di prodotti EGA compatibili forniscono gestori software che permettono alle loro schede video di operare a risoluzioni più alte (tipicamente 640 pixel orizzontali per 480 verticali, 800 x 600 o anche 1024 x 768). Per gestori di questo tipo è richiesto un video a frequenza multipla. Questi modi a risoluzione più elevata non sono sempre dotati di un completo utilizzo delle routine BIOS. Spesso sono implementati come gestori di dispositivo residenti su RAM e sono compatibili con una sola applicazione o ambiente. Tali gestori sono stati scritti per Windows di Microsoft, GEM di Digital Research, Lotus 1-2-3, AutoCAD e altri programmi di comune utilizzo.

I MODI COMPATIBILI ➠

Allo scopo di essere competitivi, alcuni produttori di schede EGA compatibili hanno aggiunto nuovi modi, garantendo una "piena compatibilità CGA ed Hercules". Anche se tali modi aggiuntivi funzionano correttamente per la maggior parte dei più comuni pacchetti software, non è raggiunta una compatibilità al 100%. Questo tema assume un particolare significato per gli autori, dal momento che sono i responsabili del progetto di una delle prime di queste "schede EGA avanzate".
Le incompatibilità tra l'EGA e le schede basate sul 6845 (MDA, CGA ed Hercules) sono dovute a diversi fattori. I registri interni del controllore CRT dell'EGA sono simili, ma non uguali, a quelli del 6845. Pertanto il software che scrive direttamente in questi registri di I/O può avere dei problemi di compatibilità.
Molti prodotti EGA compatibili che presentano questi modi aggiuntivi di compatibilità utilizzano una serie di interruzioni da CPU, unitamente al firmware BIOS, per cercare di ovviare a questi problemi "sporadici" quando si verificano. Questa tecnica, anche se funziona bene in qualche caso, non può semplicemente gestire tutti i potenziali problemi di compatibilità che si possono verificare. Una soluzione migliore, che è ora adottata da alcune aziende, richiede una modifica ai circuiti VLSI della scheda EGA in modo che possa operare come un controllore CRT 6845.

Le schede EGA compatibili che basano il loro funzionamento sui vettori di interruzione generalmente non possono entrare nei modi di emulazione CGA o Hercules, prima che il BIOS di sistema non abbia terminato la fase di inizializzazione della tabella dei vettori di sistema. Su alcune macchine (compreso l'AT IBM) ciò comporta che l'emulazione non può essere invocata al momento dell'accensione o di un reset, ma deve essere abilitata dopo il caricamento del DOS. Ciò distrugge ogni speranza di compatibilità con i programmi che sono eseguiti senza il DOS (è il caso dei programmi dei giochi che richiedono all'utente di inserire il dischetto dei giochi nel drive A e di inizializzare di nuovo il sistema).
Un altro gruppo di problemi legati alla compatibilità sono causati dall'architettura della memoria video dell'EGA, che è strutturata a piani. Qualunque software che modifica il modo operativo della scheda e pertanto presuppone che il contenuto di tale memoria sia di un certo tipo, può presentare problemi di compatibilità. Esistono alcuni programmi che azzerano la memoria video in un modo, quindi passano ad un altro modo, presupponendo però che la memoria continui ad essere vuota.
Un altro problema potenziale di compatibilità è causato dall'esistenza effettiva del BIOS EGA. Alcuni programmi applicativi sono stati progettati in modo che riconoscano la presenza del BIOS nel sistema e commutino automaticamente nel modo EGA. Questi programmi potrebbero fornire risultati del tutto inattendibili se l'EGA fosse configurata per emulare una scheda video differente.
I circuiti della penna luminosa della scheda EGA non sono compatibili con quelli della CGA e quindi il software che utilizza la penna luminosa generalmente effettuerà delle letture errate della posizione della penna luminosa.
Il miglior consiglio che possiamo offrire a chi è interessato alla qualità dell'emulazione CGA o Hercules sulla propria scheda EGA compatibile è quello di verificare il funzionamento della scheda con il software che intende utilizzare prima di effettuarne l'acquisto.

I SISTEMI A DOPPIA VISUALIZZAZIONE

L'EGA è in grado di coesistere con un'altra scheda video, a patto di rispettare alcune condizioni:
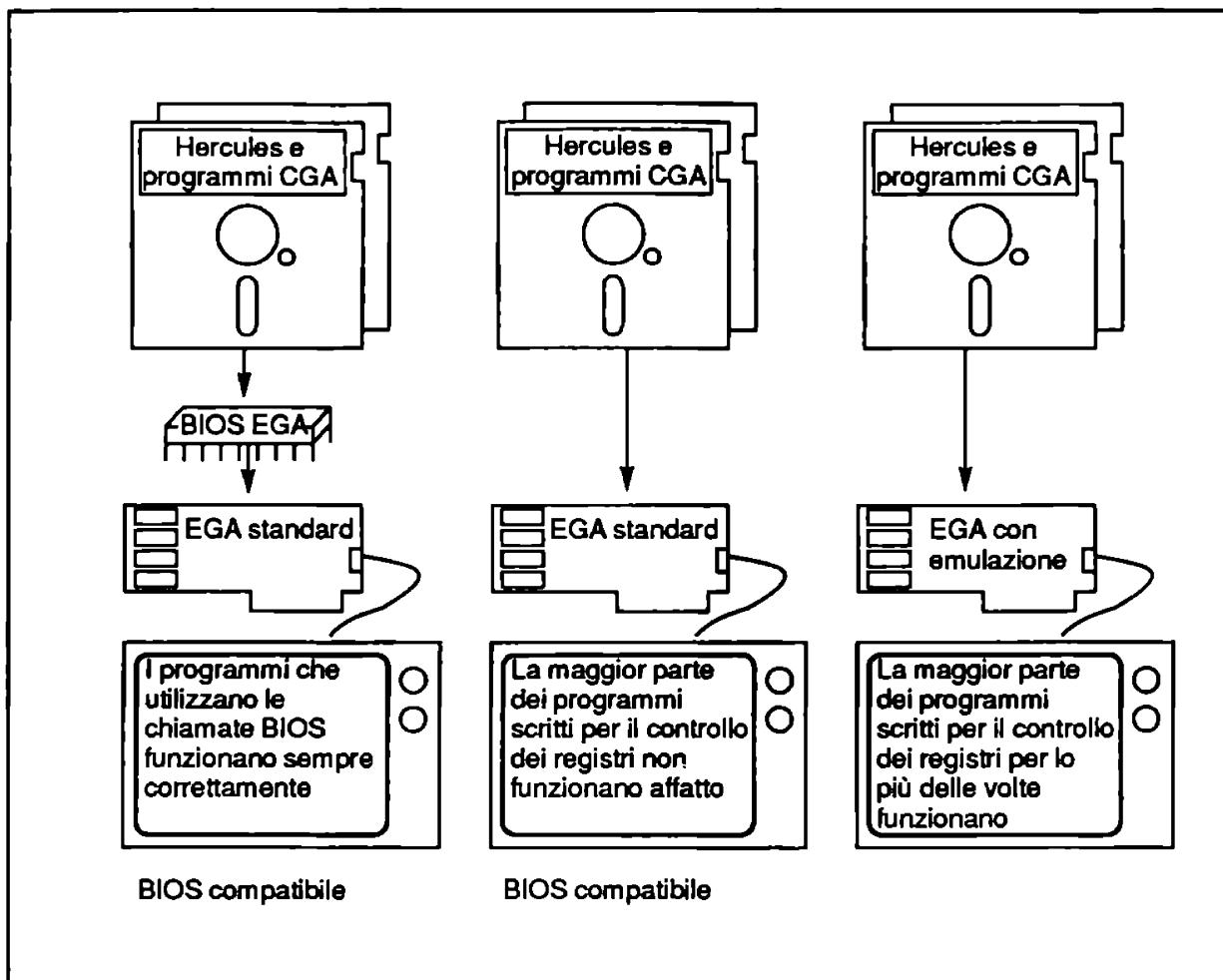
Figura 1-2. La compatibilità BIOS e quella tra registri.

- Un video deve essere monocromatico e l'altro a colori.
- Non possono coesistere due schede EGA.

Se l'EGA sta pilotando un video a colori, può coesistere con un MDA o una scheda Hercules utilizzata per un video monocromatico (la scheda Hercules deve essere configurata in modo HALF, non in modo FULL, altrimenti la sua seconda pagina di memoria si sovrappone alla memoria video dell'EGA). Se l'EGA pilota un video monocromatico, può coesistere con una CGA utilizzata con un video a colori.

Il dispositivo video principale è quello utilizzato come dispositivo di console ed è il dispositivo al quale l'MS-DOS direziona tutto l'output. Anche le librerie di linguaggi ad alto livello (come il C o il Pascal) direzionano normalmente l'output sul dispositivo di console, che può essere costituito da un qualunque tipo di video. I comandi MS-DOS MODE C080 e MODE MONO possono essere utilizzati per riassegnare dinamicamente il disposi-

tivo di console. Alcuni programmi applicativi (come Lotus 1-2-3 e Autocad) consentono all'utente di selezionare quale video utilizzare, indipendentemente da quale sia il dispositivo principale.

L'INSTALLAZIONE DELLA SCHEDA EGA

L'installazione di una scheda EGA presuppone alcune operazioni di configurazione (come ad esempio la configurazione della scheda di sistema) la scelta di quale video utilizzare e di quale modo (o modi) operativo e la disposizione degli interruttori per la configurazione della scheda stessa.
Anche se la maggior parte delle schede EGA compatibili presenti sul mercato sono molto simili alla scheda IBM originale, alcuni prodotti EGA compatibili comprendono caratteristiche o requisiti d'installazione che sono
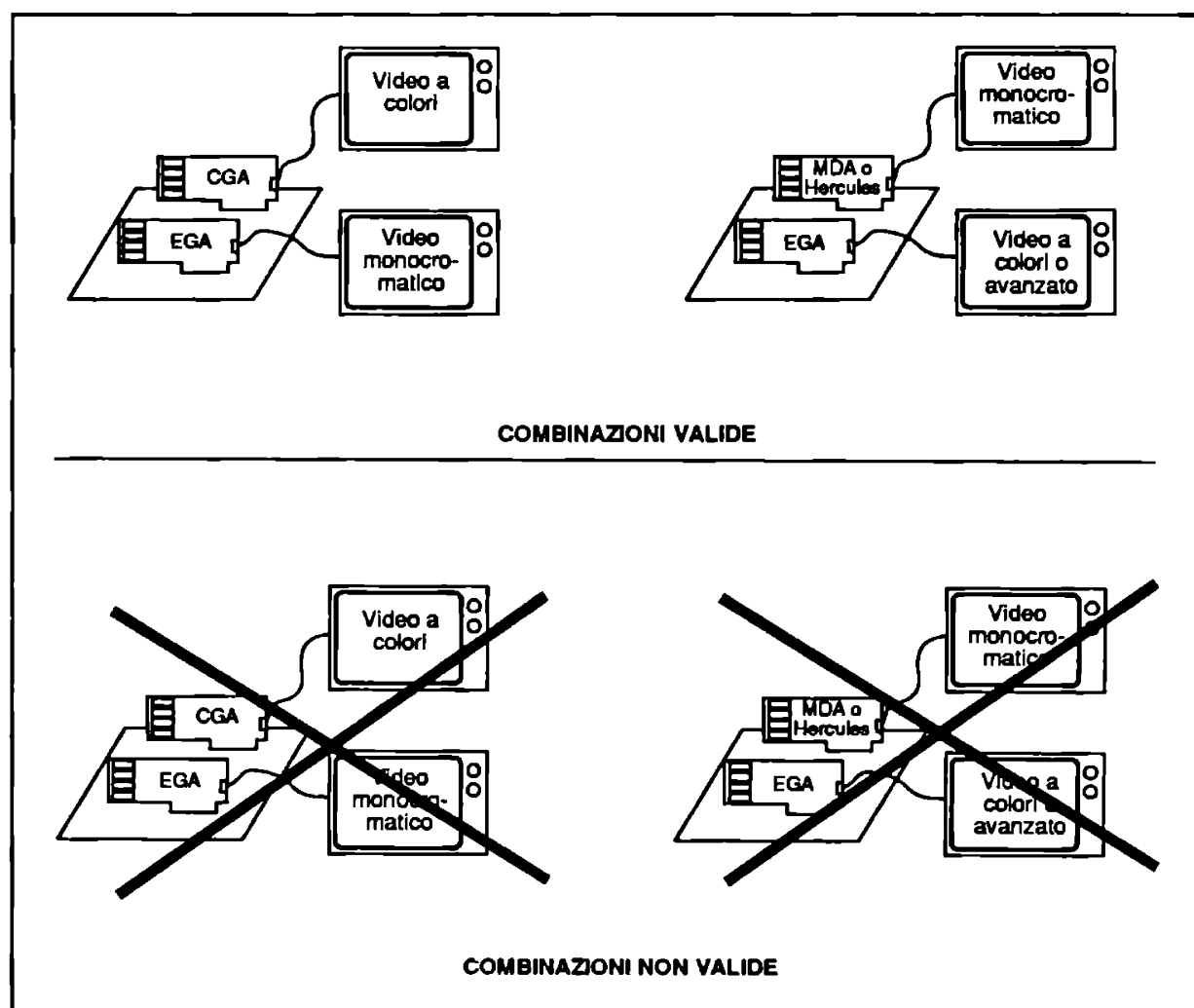
Figura 1-3. Combinazioni di due schede.
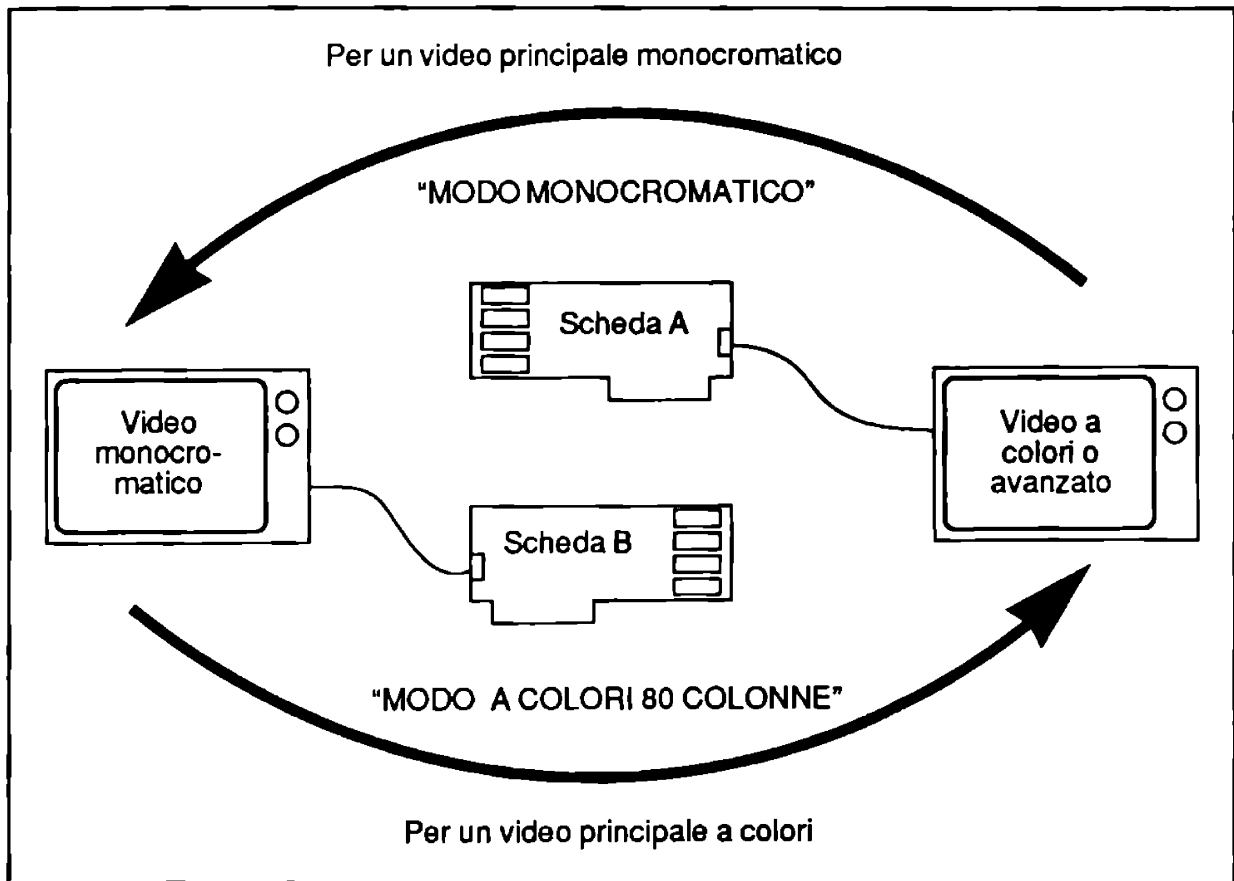
Figura 1-4. Come cambiare la scheda principale.

unici. È importante studiare le istruzioni di installazione che accompagnano il prodotto. La procedura d'installazione descritta qui di seguito dovrebbe essere utilizzata solamente come guida di carattere generale.
Sull'XT IBM e in molte altre macchine compatibili, il dispositivo video di sistema è definito dagli interruttori 5 e 6 del gruppo 1 di interruttori della scheda madre di sistema, secondo il seguente formato:

Interruttore 6	Interruttore 5	Scheda video
OFF	OFF	MDA
OFF	ON	CGA (80 x 25)
ON	OFF	CGA (40 x 25)
ON	ON	EGA (o nessun video)

La configurazione degli interruttori utilizzati per l'EGA (interruttori 5 e 6 entrambi ON) era originariamente impiegata dall'IBM per indicare che nessuna scheda video è presente nel sistema. Dal punto di vista del BIOS dell'XT, non esiste differenza tra queste due condizioni, dal momento che

la scheda EGA ha un proprio BIOS incorporato in grado di gestire l'inizializzazione del video e le sue funzioni.
La configurazione su un AT IBM è molto diversa. Al posto degli interruttori, una memoria alimentata a batteria viene utilizzata per mantenere le informazioni relative alla configurazione del sistema, che è definita mediante un programma di utility guidato da menù, detto SETUP.

Tabella 1-6. Gli interruttori di configurazione della scheda EGA.

S4 S3 S2 S1	Scheda principale	Scheda secondaria
Off Off Off Off	NON VALIDA	
Off Off Off On	NON VALIDA	
Off Off On Off	NON VALIDA	
Off Off On On	NON VALIDA	
Off On Off Off	EGA monocromatica	CGA - 80x25
Off On Off On	EGA monocromatica	CGA - 40x25
S4 S3 S2 S1	Scheda principale	Scheda secondaria
Off On On Off	EGA 80x25 Avanzata	Monocromatica
Off On On On	EGA 80x25-CGA testo	Monocromatica
On Off Off Off	EGA 80x25-CGA testo	Monocromatica
On Off Off On	EGA 40x25-CGA testo	Monocromatica
On Off On Off	CGA 80x25	EGA - monocromatica
On Off On On	CGA 40x25	EGA - monocromatica
On On Off Off	Monocromatica	EGA 80x25 Avanzata
On On Off On	Monocromatica	EGA 80x25-CGA testo
On On On Off	Monocromatica	EGA 80x25-CGA testo
On On On On	Monocromatica	EGA 40x25-CGA testo

Capitolo 2

L'architettura di EGA/VGA

INTRODUZIONE

I lettori che possiedono una certa familiarità con le schede CGA o Hercules troveranno delle affinità nelle architetture dell'EGA e della VGA. In un certo senso, queste schede video più recenti rappresentano un'evoluzione della tecnologia utilizzata nelle schede più vecchie. Tuttavia l'EGA e la VGA sono più complesse dei loro predecessori ed è necessaria una maggiore attenzione per comprendere completamente il loro utilizzo.
Come i loro predecessori, l'EGA e la VGA sono dispositivi video non intelligenti, ovvero non possiedono capacità di elaborazione o funzionalità grafiche locali su scheda. Il processore di sistema è direttamente responsabile della scrittura in memoria video. Essenzialmente, scrivere un bit nella memoria video equivale a accendere un pixel sullo schermo. La maggior parte della circuiteria delle schede EGA e VGA è dedicata al compito di trasferimento dati dalla memoria video allo schermo. Questo processo, detto refresh del video, deve essere eseguito 60 volte al secondo per l'EGA (70 volte al secondo per la VGA).
Nei sistemi a colori, il numero di colori visualizzati dipende dal numero di bit della memoria video dedicati alla codifica dell'informazione relativa al colore per ogni pixel. Se n è il numero di bit per pixel, si possono generare 2^n combinazioni di colori. L'EGA utilizza da uno a quattro bit per pixel, consentendo la visualizzazione contemporanea al più di 16 (2^4) colori. In
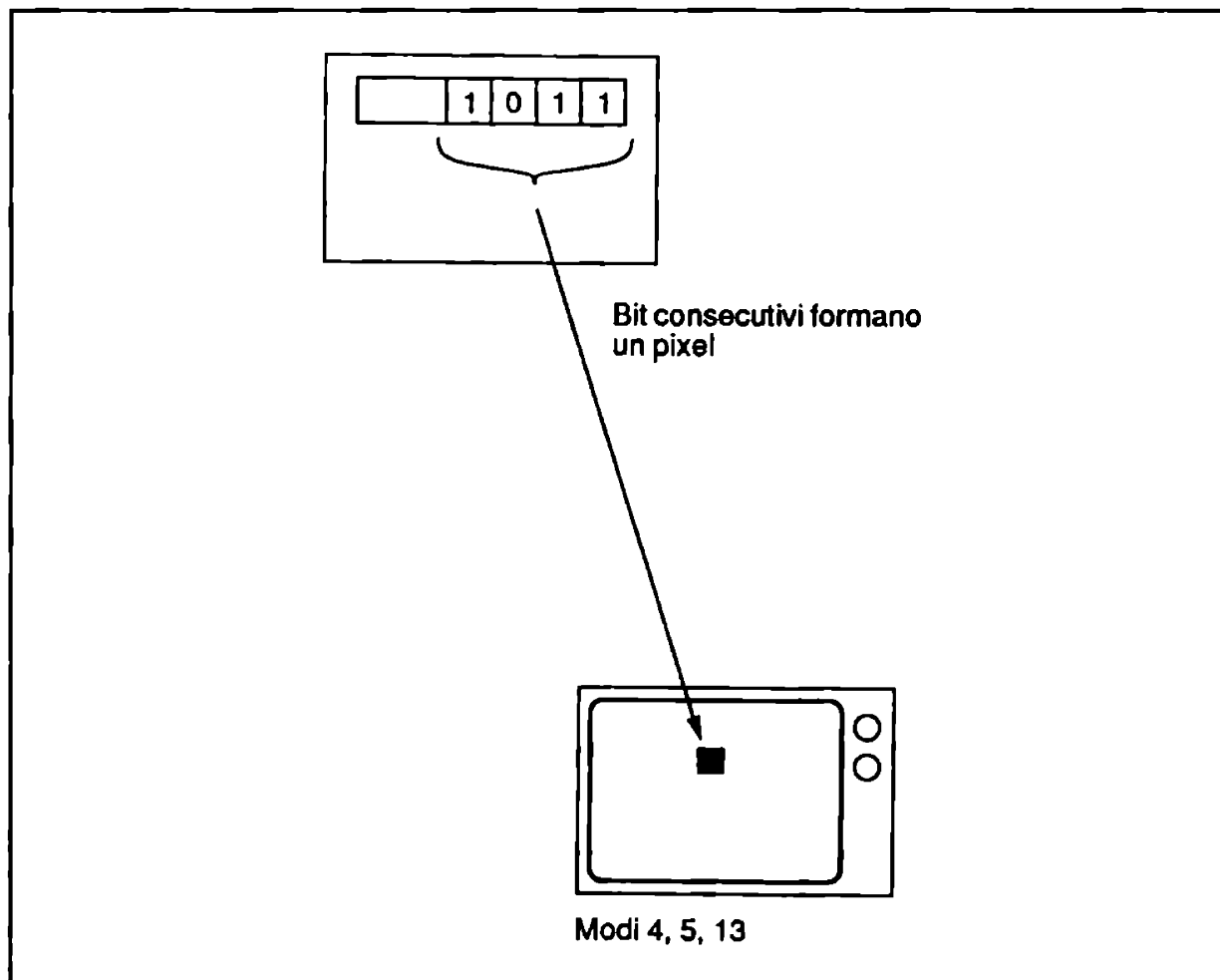
Figura 2-1. Un pixel definito mediante un pacchetto in memoria.

altre parole, l'EGA consente l'utilizzo simultaneo di 16 colori. LA VGA prevede un modo aggiuntivo in cui vi sono 8 bit per pixel, ovvero 256 (2^8) colori.

I pacchetti di pixel e i piani di colore

Esistono due tecniche comuni per memorizzare l'informazione relativa ai colori: a pacchetti o tramite i piani di colore. L'EGA e la VGA sono dispositivi che utilizzano la seconda tecnica, ma entrambe le schede prevedono anche dei modi in cui si emula l'utilizzo dei pacchetti di pixel.
Nei pacchetti di pixel, tutta l'informazione relativa al colore assunto da un pixel è codificata (impacchettata) in una parola della memoria. Per un sistema con pochi colori, un pacchetto di pixel potrebbe richiedere solo una frazione di un byte di memoria, mentre per sistemi più elaborati, un
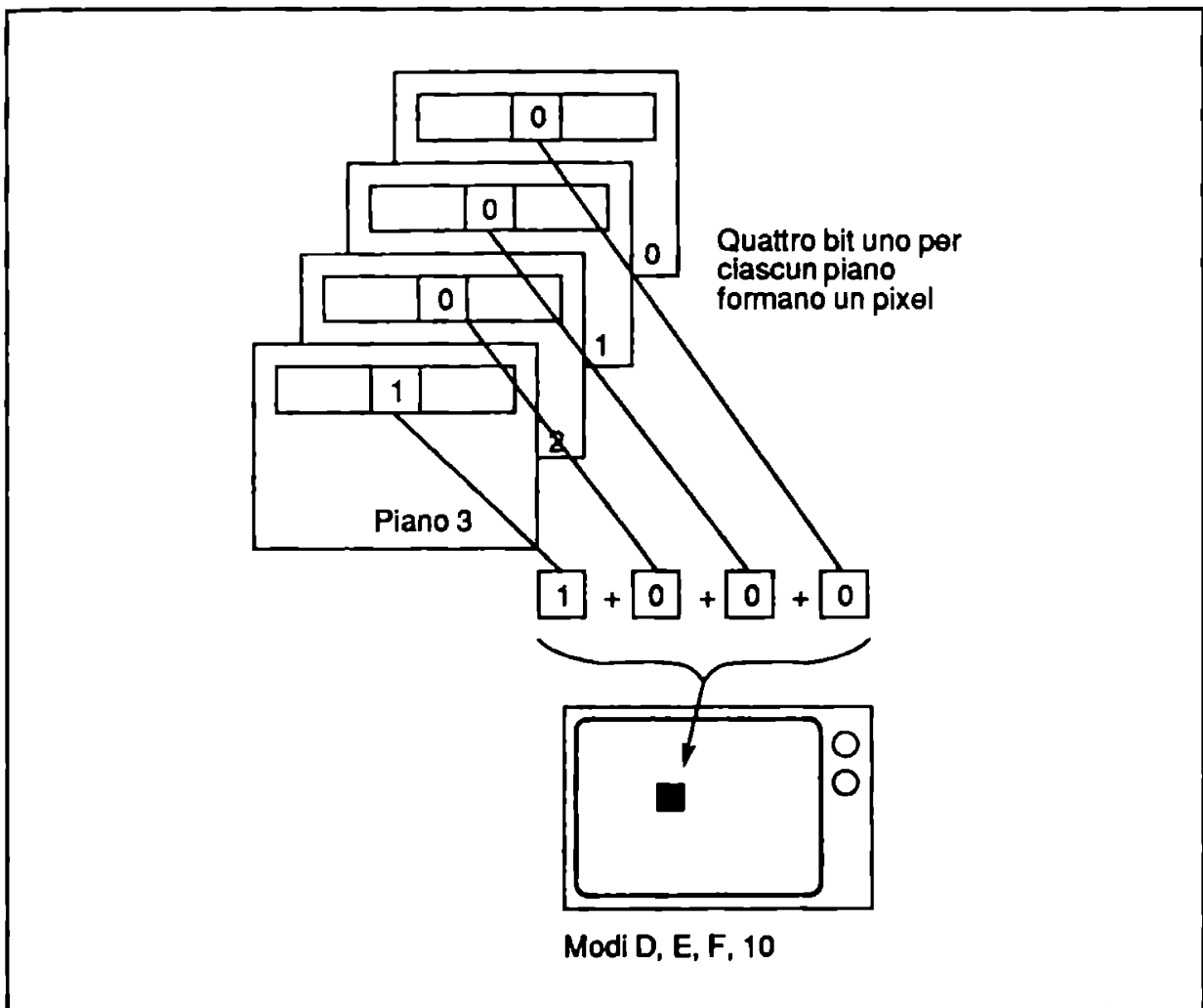
Figura 2-2. Un pixel definito mediante i piani di memoria

pacchetto potrebbe occupare diversi byte. Usando quattro bit per pixel, un pacchetto sarebbe del tipo simile a quello illustrato nella figura 2-1.
Nell'approccio che utilizza i piani di colore, la memoria video è separata in piani indipendenti di memoria, ognuno dei quali è dedicato al controllo di una componente del colore (come il rosso, il verde e il blu). Ciascun pixel dello schermo occupa la posizione di un bit in ciascun piano. Questo approccio è illustrato nella figura 2-2.

I modi di testo e quelli grafici

Nelle schede EGA e VGA esistono due tipi di modi operativi fondamentali: il modo di testo e il modo grafico. Nei modi grafici (che IBM spesso definisce come ALL POINTS ADDRESSABLE mode, ovvero modo comple-
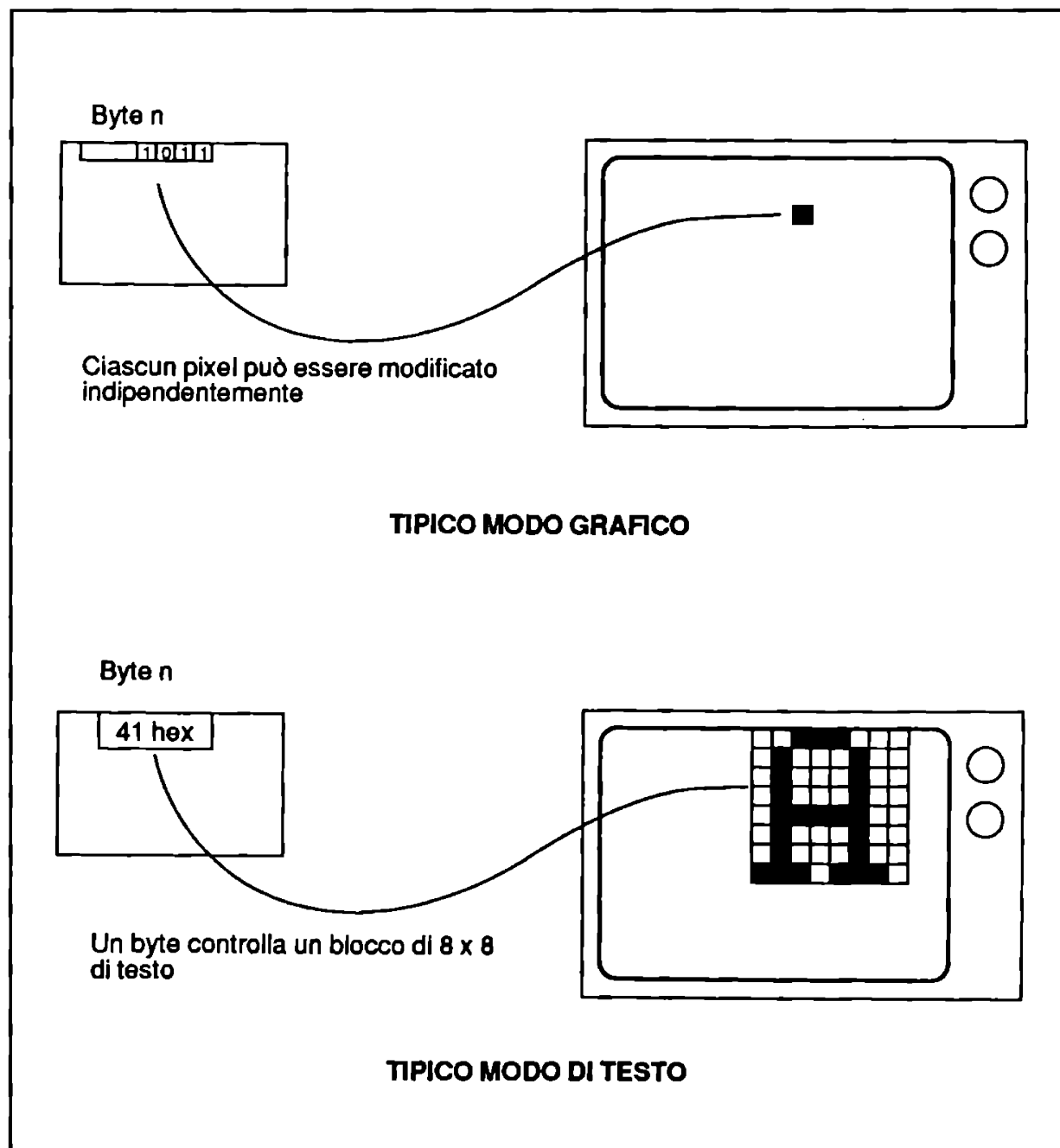
Figura 2-3. Il modo di testo e il modo grafico.

tamente indirizzabile a punti), un singolo bit della memoria video rappresenta un singolo pixel sullo schermo. Invece, nel modo di testo, la codifica mediante un solo byte in ASCII nella memoria video determina la visualizzazione su schermo di un carattere di testo. I modi di testo richiedono molto meno memoria e consentono al processore di sistema una minor mole di lavoro, ma sono limitati dal fatto che si possono visualizzare solo caratteri di testo o rudimentali oggetti grafici a blocchi (si veda la figura 2-3).

Le architetture di EGA e VGA

La figura 2-4 illustra l'architettura fondamentale dell'EGA, costituita dai sei oggetti principali:

- La **memoria video** è un banco di 256K byte di memoria dinamica ad accesso casuale (DRAM), divisa in quattro piani di memoria, che contiene i dati visualizzati sullo schermo.

- Il **controllore grafico** è situato, nel flusso dei dati, tra il processore e la memoria video. Può essere programmato per eseguire funzioni logiche (come AND, OR, XOR o ROTATE) sui dati che devono essere scritti nella memoria video. Tali funzioni logiche possono costituire un valido aiuto per semplificare via hardware le operazioni grafiche di disegno.

- Il **controllore CRT** genera i segnali di temporizzazione (come quello di sincronismo o di blanking) per controllare le operazioni del video CRT e la temporizzazione del refresh.

- Il **serializzatore dei dati** cattura l'informazione video proveniente dalla memoria uno o più byte per volta e la converte in un flusso di bit seriale che viene inviato al video CRT.

- Il **controllore degli attributi** contiene la Look-up Table (LUT) dei colori che trasforma l'informazione relativa al colore proveniente dalla memoria video in informazione sui colori accessibile al CRT. A causa del costo relativamente alto della memoria video, un sistema reale utilizza tipicamente un video in grado di visualizzare simultaneamente un numero di colori maggiore di quanti non ne preveda la scheda. Programmando una LUT sulla scheda video il programmatore può scegliere quale sottoinsieme di colori del video sarà utilizzato dal software. L'EGA prevede la visualizzazione contemporanea di 16 colori, mentre un ECD può mostrarne 64. Programmando la LUT dell'EGA, è possibile selezionare 16 colori da una tavolozza di 64.

- Il **sequenzializzatore** controlla la temporizzazione globale di tutte le funzioni. Contiene inoltre la logica per abilitare o disabilitare i piani di colore.
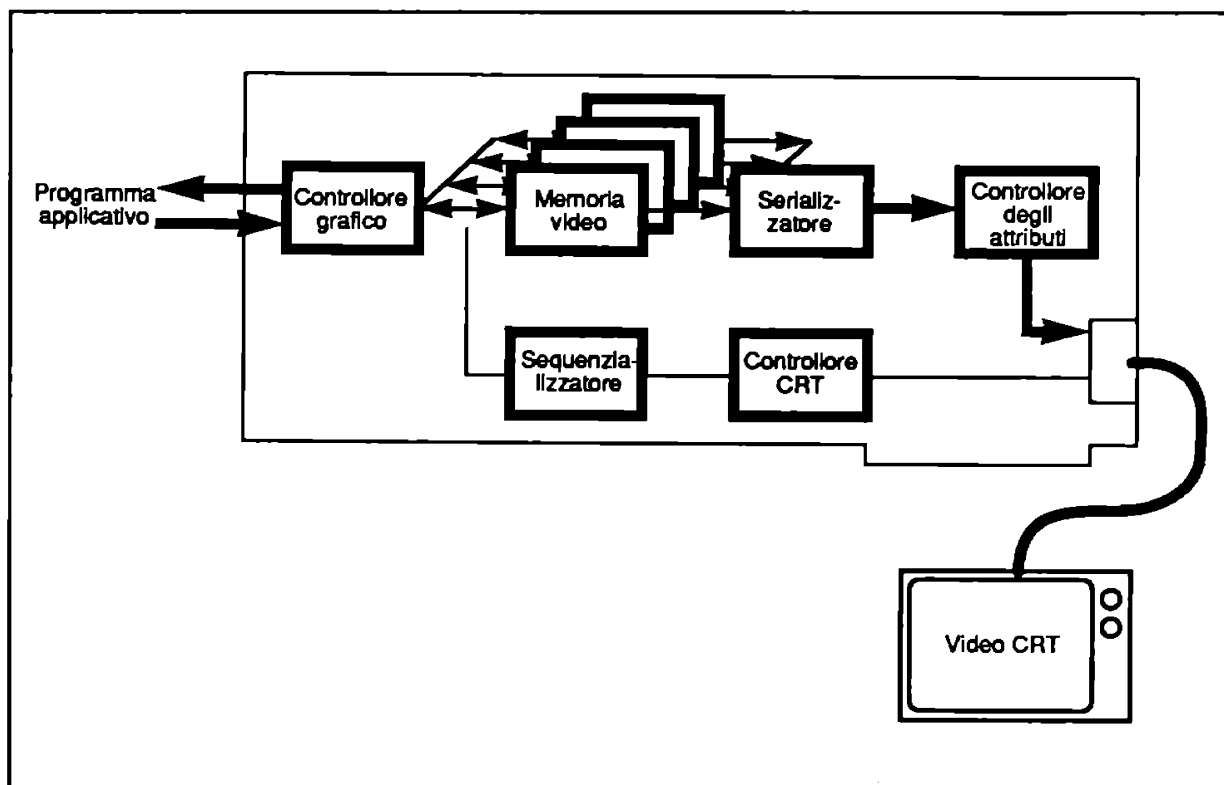
Figura 2-4. Il diagramma a blocchi di EGA/VGA.

A differenza della scheda video CGA, l'EGA consente al processore di accedere alla memoria video quando l'operazione di refresh è in corso. Il sequenzializzatore controlla l'accesso alla memoria video, intercalando i cicli di refresh con i cicli di lettura/scrittura del processore. Per l'EGA IBM operante in modi a bassa risoluzione, il refresh del video richiede una maggior mole di dati e il processore viene allocato solo per la durata di uno ogni cinque cicli di memoria. A causa di questo intercalare (interleaving) di cicli di memoria, vengono inseriti dei cicli di attesa sul bus del processore durante le operazioni di lettura e scrittura.

Alcuni prodotti EGA compatibili di altre aziende sono stati progettati dotando la memoria di una migliore temporizzazione, in modo da ridurre il numero di stati d'attesa che vengono generati dalla scheda. In questi casi, il processore generalmente viene allocato per ogni ciclo di memoria nei modi ad alta risoluzione.
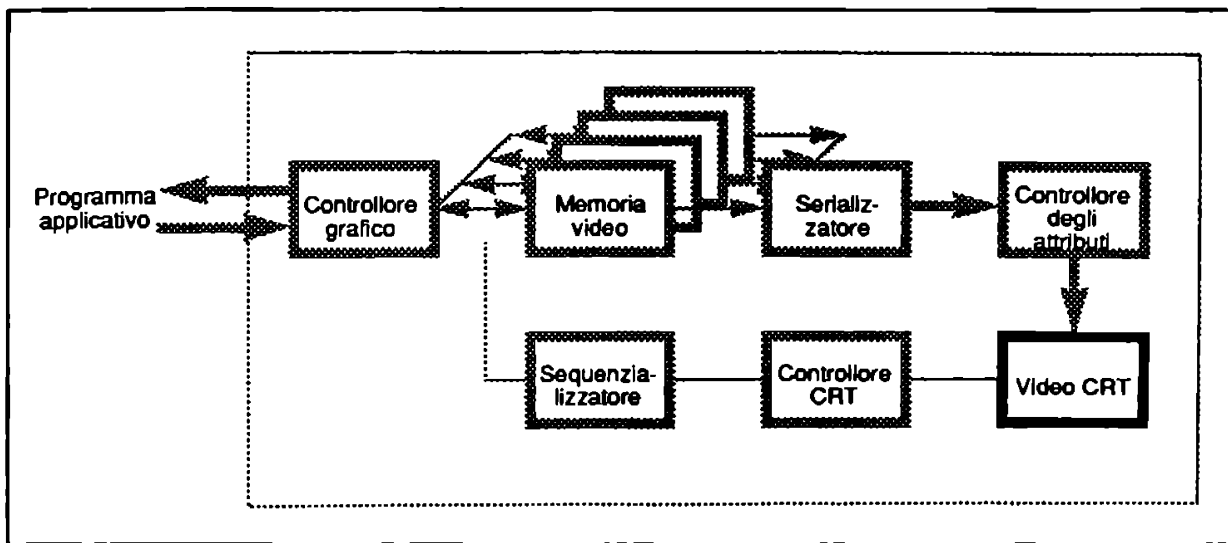
Figura 2-5. Il video.

IL FUNZIONAMENTO DI UN VIDEO CRT

In un tubo a raggi catodici (Cathode Ray Tube, o CRT) i colori sono generati da un fascio di elettroni che urtano la superficie ricoperta di fosforo del retro di uno schermo CRT rendendola incandescente (si veda la figura 2-5). Il fascio di elettroni è indirizzato sullo schermo del video da sinistra a destra in una serie di linee orizzontali. Allo stesso tempo, la sua intensità viene modulata per produrre l'immagine da visualizzare. Il fascio di elettroni deve continuamente incidere sullo schermo la configurazione luminosa voluta 50, 60 o 70 volte al secondo, in base al video utilizzato (si veda la tabella 1-1). Questo processo è detto REFRESH DELLO SCHERMO o del VIDEO. La configurazione del fascio di elettroni che spazza lo schermo è detto RASTER. Il fascio inizia la scansione dello schermo nell'angolo in alto a sinistra, spostandosi verso destra. Quando raggiunge il bordo destro dello schermo, il fascio viene spento (*blanking* o *azzeramento orizzontale*) e quindi immediatamente portato sul bordo sinistro (*ritraccia orizzontale*) per iniziare la successiva scansione orizzontale esattamente al di sotto di quella precedente.

Dopo aver completato tutte le scansioni orizzontali, il fascio di elettroni termina il suo movimento nell'angolo inferiore destro dello schermo. A questo punto il fascio viene di nuovo spento (*blanking* o *azzeramento verticale*) e riportato rapidamente all'angolo superiore sinistro (*ritraccia verticale*) dove può avere inizio il successivo raster. Questo processo è rappresentato nella figura 2-6.
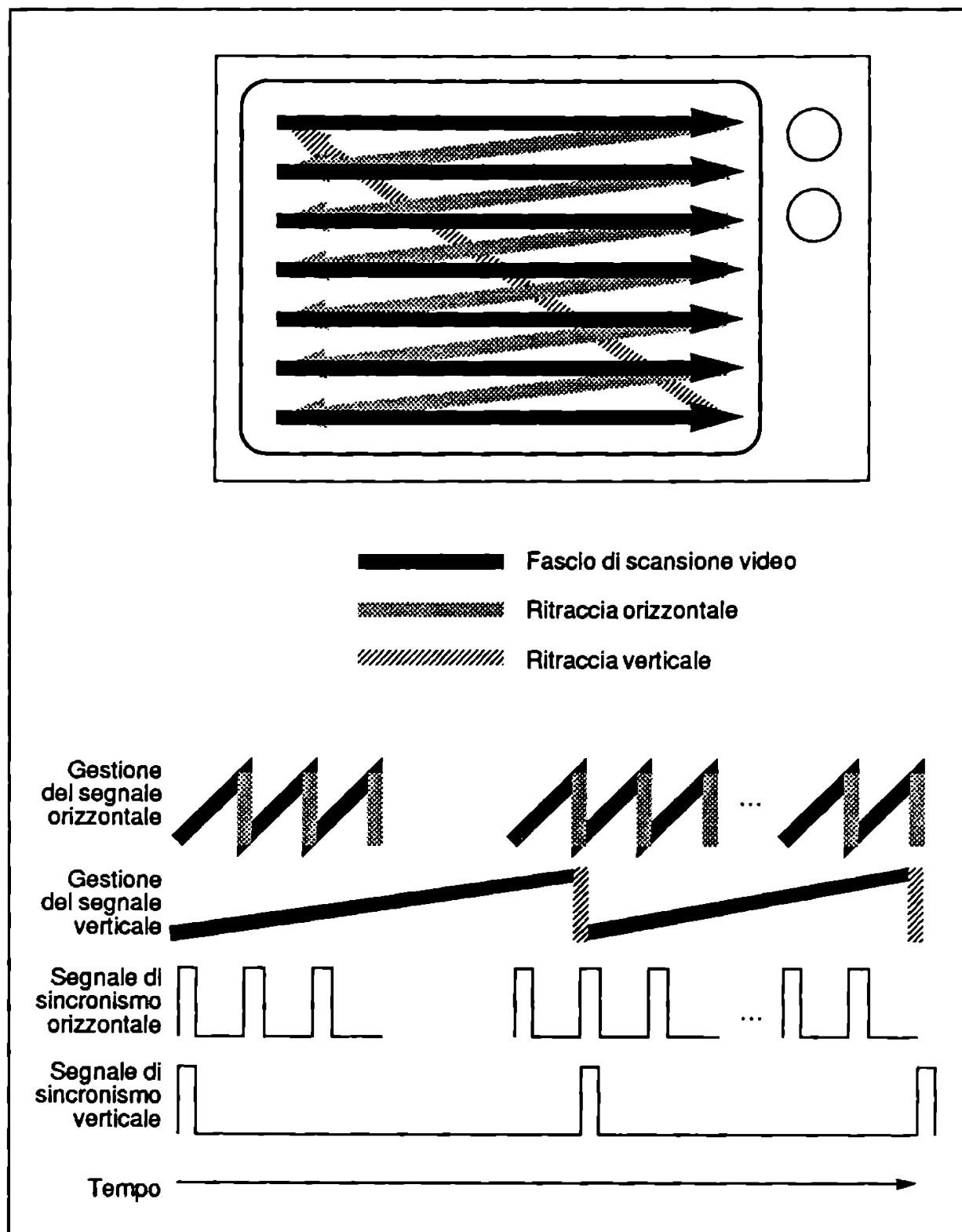
Figura 2-6. Il funzionamento di un video CRT.

L'intera configurazione visualizzata può essere considerata come una lunga stringa seriale di bit che sono portati sullo schermo dal fascio di elettroni nel suo passaggio. La risoluzione orizzontale del video è pari al numero di bit che può essere visualizzato su una linea di scansione orizzontale. L'area dello schermo che viene accesa da un singolo bit di questo flusso di dati è detta *pixel*. La risoluzione verticale del video è determinata dal numero di scansioni orizzontali che vengono compiute.

I circuiti interni del video CRT generano il fascio di elettroni (o i fasci, nel caso di dispositivi a colori) e li indirizzano sullo schermo, ma la scheda video deve essere in grado di controllare il moto del fascio degli elettroni in modo che sia sincronizzato con il flusso dei dati. Inviando i segnali di sincronismo verticali ed orizzontali al video, la scheda controlla la temporizzazione dei cicli di ritraccia verticali e orizzontali, mentre inviando i segnali di blank (azzeramento) la scheda esegue il blanking orizzontale e verticale. La maggior parte dei registri del controllore CRT sono dedicati al controllo dei segnali di blanking e di ritraccia. Per ulteriori informazioni sui registri del controllore CRT, si veda la sezione "Il controllore CRT" nel capitolo 3.

LA MEMORIA VIDEO

L'EGA e la VGA possono contenere fino a 256K byte di memoria video, divisi in quattro sezioni indipendenti di 64K byte dette piani di colore (si veda la figura 2-7). I piani di memoria risiedono tutti nello stesso spazio di memoria del processore. La configurazione dei vari registri di I/O determina quale dei piani di colore verrà letto o scritto in ciascun istante.

Se tutti i quattro piani di memoria risiedono nello stesso spazio degli indirizzi, il processore può scrivere in tutti i quattro piani (o in una loro combinazione) con un solo ciclo di memoria. Ciò può rivelarsi molto utile in alcune operazioni grafiche di disegno, come il riempimento veloce di figure sullo schermo. In altre operazioni, può essere preferibile disattivare la scrittura su tutti i piani di memoria, eccetto uno. I piani di colore sono abilitati e disabilitati scrivendo nel registro di abilitazione dei piani del sequenzializzatore (si veda il capitolo 3 per maggiori dettagli).

Dal momento che non avrebbe senso per il processore tentare di leggere dati da più di un punto contemporaneamente, solo un piano di memoria deve
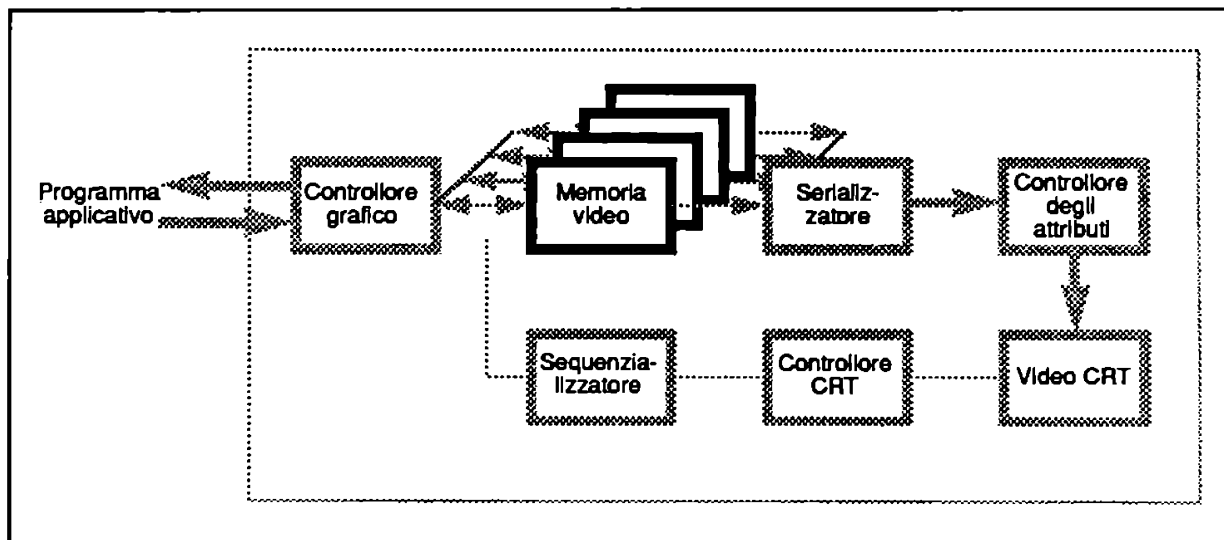
Figura 2-7. La memoria video.

essere abilitato alle operazioni di lettura. Un piano di colore viene abilitato alla lettura mediante il registro di selezione del piano in lettura del controllore grafico (si veda il capitolo 3). Tuttavia, esiste un modo speciale per leggere dati da più di un piano, confrontarli con alcuni dati di riferimento e restituire uno stato al processore che indichi se i colori corrispondono. La funzione di confronto fra colori è utile per ricercare alcune configurazioni nella memoria video durante tipiche operazioni come il riempimento di aree. Questo modo è controllato dal registro di confronto fra colori del controllore grafico (si veda il capitolo 3).

In alcuni modi operativi, l'organizzazione della memoria video può essere alterata. L'esempio più chiaro di ciò è il modo di testo, dove ogni indirizzo pari della memoria (contenente i dati ASCII) si trova nel piano di colore 0, quelli dispari nel piano 1, mentre il piano 2 è riservato per la generazione dei caratteri e il piano 3 non è utilizzato.

In molti modi operativi, lo spazio degli indirizzi di 64K byte dell'EGA è diviso in diverse pagine. Il software applicativo può quindi controllare in ogni istante quale pagina è attiva (cioè visualizzata) e le operazioni grafiche di disegno possono avvenire in un'altra pagina di memoria non visualizzata sullo schermo.

Anche se la maggior parte delle schede EGA utilizzano il massimo di 256K byte della memoria video, IBM commercializza anche alcune schede con solo 64K o 128K byte di memoria video installata. Queste schede, se non vengono modificate e migliorate, hanno dei limiti sul numero di colori o di

pagine video che possono utilizzare (si veda "Configurazioni parziali di memoria" nel capitolo 1).
Lo spazio degli indirizzi del processore utilizzato da EGA e VGA dipende dal modo operativo, e può avere inizio all'indirizzo A0000, B0000, oppure B8000, a seconda del modo.

La memoria video nei modi di testo

I dispositivi video funzionanti in modi di testo sono stati utilizzati da molto più tempo che i video grafici, e sono ancora molto utili nelle applicazioni che non richiedono grafica (o quelle in cui è sufficiente una semplice grafica a blocchi). I modi di testo richiedono al processore una mole di elaborazione molto più ridotta, in quanto deve semplicemente gestire codici di caratteri ASCII e non i singoli pixel.
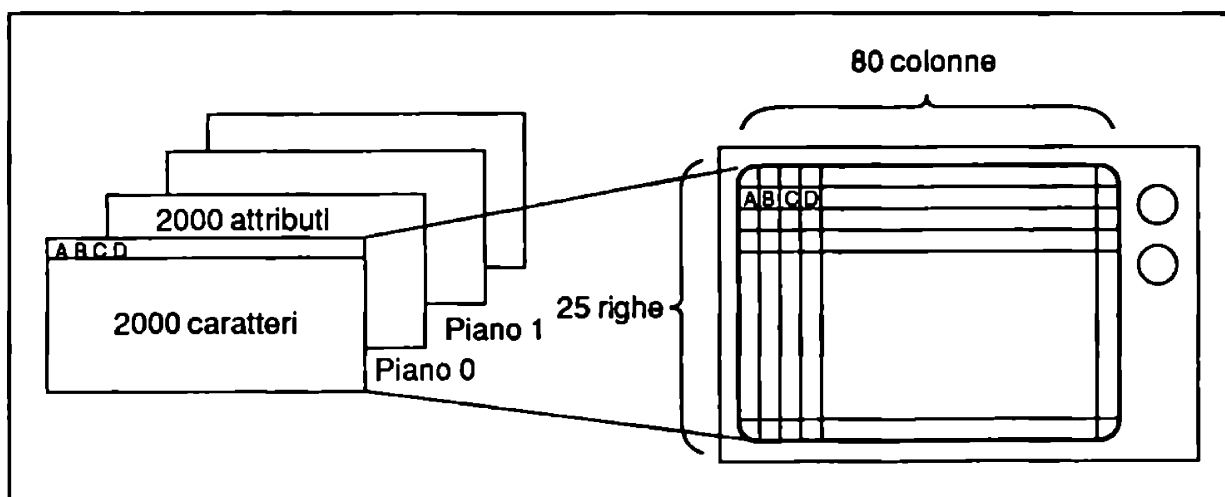
Figura 2-8. Il formato della memoria video nel modo di testo.

Nei modi di testo standard lo schermo è diviso in 25 linee di caratteri di 40 o 80 colonne. Nei modi a 40 colonne, si possono visualizzare 1000 caratteri, mentre con 80 colonne 2000 caratteri (si veda la figura 2-8). Ciascun carattere è definito da due byte di memoria: il primo, mappato agli indirizzi pari, contiene il codice di carattere ASCII; mentre il secondo, mappato agli indirizzi dispari, contiene le informazioni relative al colore, dette attributi di carattere. Sono necessari 2000 byte di memoria video per definire una pagina a 40 colonne, e 4000 per una pagina a 80 colonne. Una pagina di memoria è lunga 4096 byte, con gli ultimi 96 byte che rimangono inutilizzati.
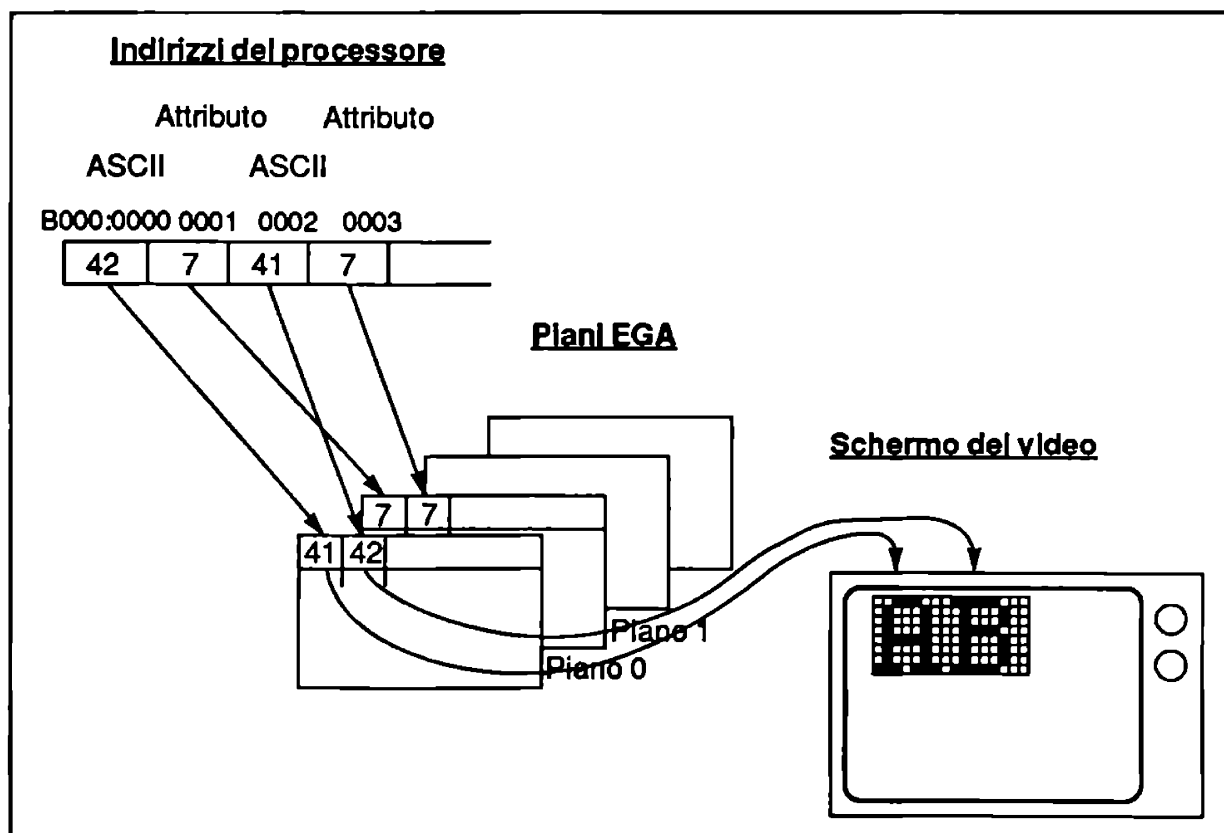
Figura 2-9. Gli indirizzi dei processori e i piani EGA.

Per convertire un codice di carattere ASCII in un vettore di pixel sullo schermo si utilizza una tabella di conversione o un generatore di caratteri. Sulle schede più vecchie come la CGA e l'MDA, il generatore di caratteri è posto in una ROM (Read Only Memory = memoria a sola lettura). L'EGA e la VGA non utilizzano un generatore di caratteri situato su ROM, ma nel piano 2 della RAM video. Questa caratteristica rende più semplice il caricamento di insiemi di carattere non standard. Più di un insieme di caratteri (fino a 4) può risiedere contemporaneamente nella RAM. È disponibile un insieme di routine BIOS per semplificare il caricamento dei vari insiemi di carattere. Per ulteriori informazioni sugli insiemi di caratteri, si veda la sezione che segue dedicata ai generatori di caratteri.

I generatori di caratteri ➠

Le schede EGA e VGA sono dotate di un meccanismo flessibile per il caricamento di insiemi di caratteri non standard (si veda la figura 2-10).
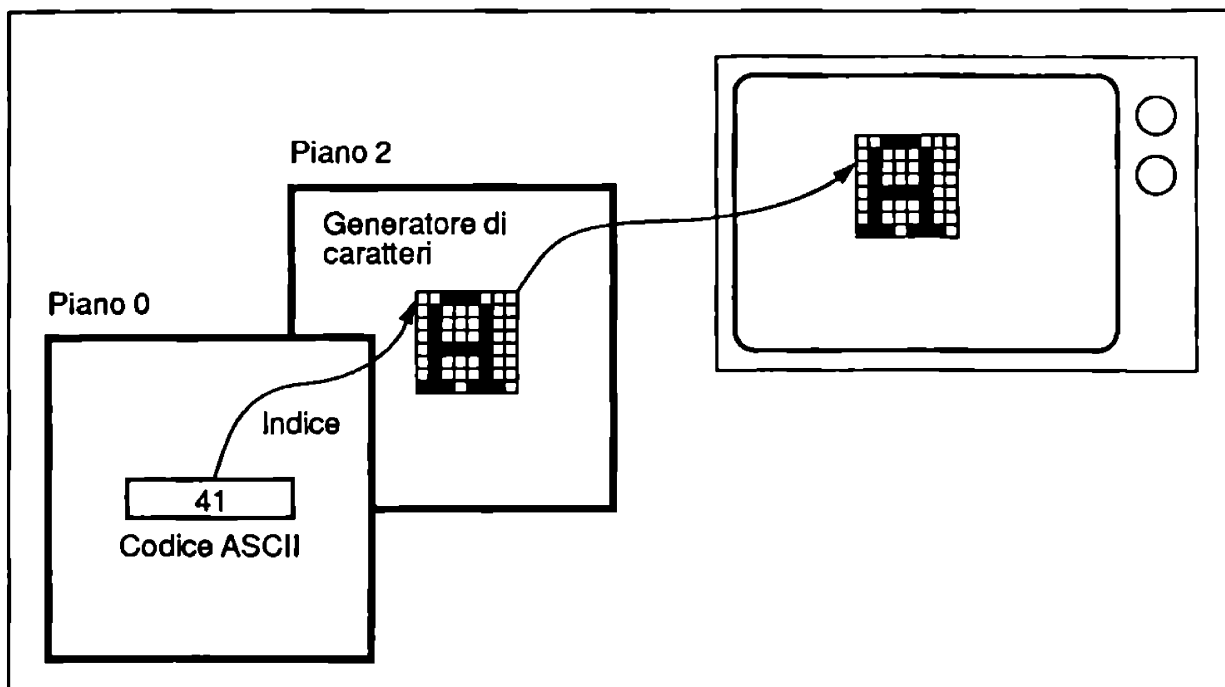
Figura 2-10. Il codice dei caratteri utilizzato come indice nel generatore di caratteri.

Invece di utilizzare un generatore di caratteri su ROM, i dati relativi ai caratteri sono memorizzati nel piano 2 della memoria video. Possono essere caricate contemporaneamente fino a 4 mappe di caratteri (8 per la VGA), con un massimo di 256 caratteri per mappa. Possono essere attivi uno o due insiemi di caratteri, dando la possibilità all'EGA di visualizzare fino a 512 caratteri differenti sullo schermo. Se sono attivi due insiemi di caratteri, un bit del byte dell'attributo del carattere indica da quale insieme deve essere prelevato. Un registro del sequenzializzatore è utilizzato per selezionare l'insieme attivo dei caratteri.

L'ampiezza dei caratteri è fissa a 8 pixel (che diviene nove per i testi monocromatici), mentre l'altezza è selezionabile da 1 a 32 pixel mediante un registro di output.

Gli insiemi di caratteri standard forniti dall'EGA sono quelli della scheda CGA (8 per 8 pixel) e l'insieme di caratteri avanzati (8 per 14 pixel). Uno di questi due insiemi di caratteri viene caricato automaticamente dal BIOS quando si sceglie il modo operativo di testo. Se si utilizza un modo di testo monocromatico, viene scelto l'insieme di caratteri avanzati di 8 per 14 pixel, ma alcuni caratteri dell'insieme vengono sostituiti da caratteri più adatti perché definiti su una griglia ampia 9 pixel. Grazie a queste maggiori capacità di risoluzione, anche la VGA comprende l'insieme di caratteri di 9

per 14 pixel. Gli insiemi di caratteri non standard possono essere caricati utilizzando routine di servizio del BIOS (si veda il capitolo 4).
Le locazioni delle mappe dei caratteri in memoria sono elencate nella tabella 2-1. Indipendentemente dalla loro altezza, i caratteri si trovano sempre ad indirizzi multipli di 32 byte. Ad esempio, un insieme di caratteri di 8 per 14 pixel richiedono 14 byte per carattere, pertanto 18 byte per carattere sono inutilizzati nella mappa in memoria. La figura 2-11 illustra la struttura della mappa del carattere.

Tabella 2-1. Gli indirizzi dei generatori di caratteri residenti su ROM.

	Mappa di carattere A	**Mappa di carattere B**
	da 0000h a 001Fh - car 0	da 2000h a 201Fh - car 0
	da 0020h a 003Fh - car 1	da 2020h a 203Fh - car 1
	da 0040h a 005Fh - car 2	da 2040h a 205Fh - car 1
	.	
	.	
	.	
	da 1FE0h a 1FFFh - car 255	da 3FE0h a 3FFFh - car 255
	Mappa di caratteri C	Mappa di caratteri D
	da 4000h a 401Fh - car 0	da 6000h a 601Fh - car 0
	da 5FE0h a 5FFFh - car 255	da 7FE0h a 7FFFh - car 255
Solo per VGA:		
	Mappa di caratteri E	Mappa di caratteri F
	da 8000h a 801Fh - car 0	da A000h a A01Fh - car 0
	da 9FE0h a 9FFFh - car 255	da BFE0h a BFFFh - car 255
	Mappa di caratteri G	Mappa di caratteri H
	da C000h a C01Fh - car 0	da E000h a E01Fh - car 0
	da DFE0h a DFFFh - car 255	da FFE0h a FFFFh - car 255

Per ulteriori informazioni sui generatori di caratteri, si veda:

- La funzione BIOS 17 : il caricamento di un generatore di caratteri (capitolo 4).
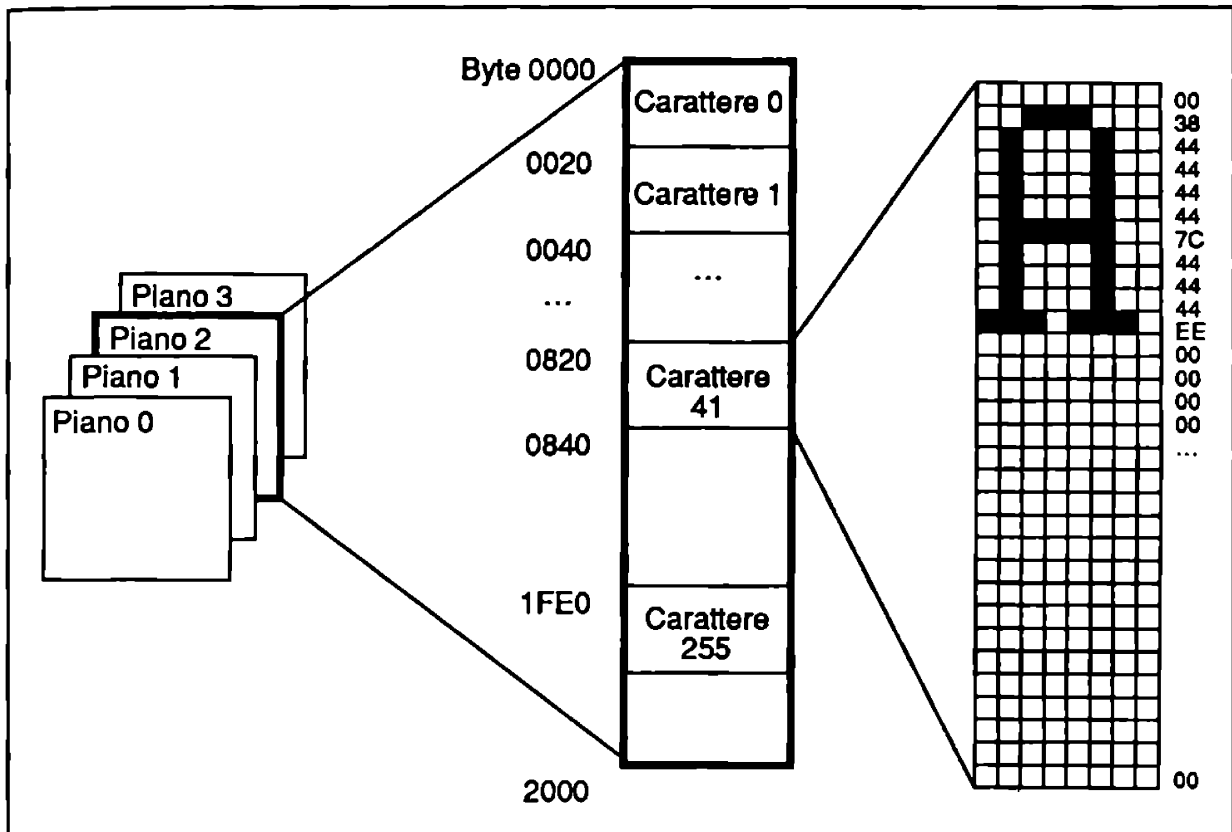
Figura 2-11. Il formato di un generatore di caratteri.

- Il registro di selezione del generatore di caratteri del controllore CRT (capitolo 3).
- Il registro di massimo numero di linee di scansione del controllore CRT (capitolo 3).

Gli attributi del testo

Ogni carattere ASCII visualizzato sullo schermo possiede un corrispondente byte che definisce il colore e gli altri attributi che il carattere deve avere. L'interpretazione degli attributi del testo dipendono dal modo operativo.

Gli attributi standard del testo a colori

La figura 2-12 illustra le definizioni dei bit che compongono il byte degli attributi del testo quando si opera in un modo di testo a colori standard. I bit D0-D2 (il colore di primo piano) selezionano il colore del corpo del
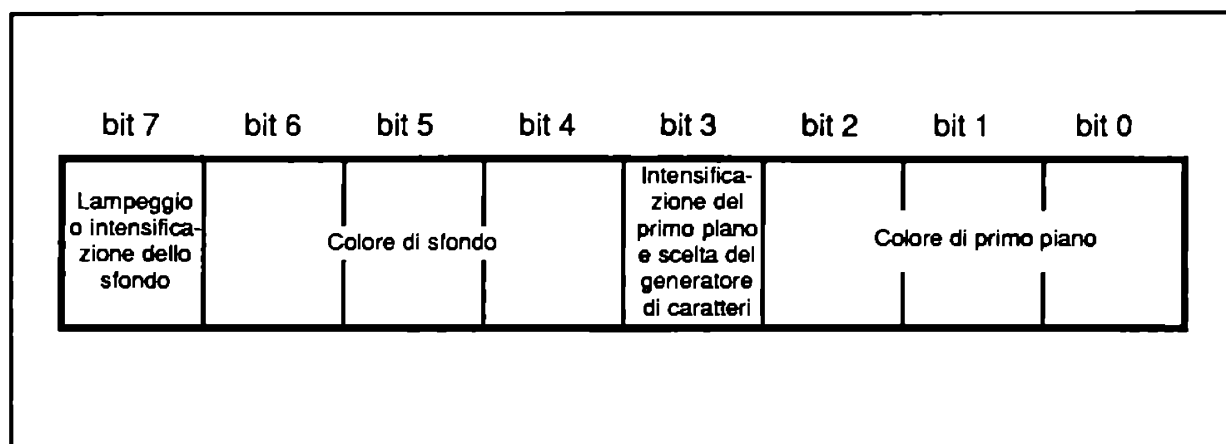
Figura 2-12. I bit degli attributi in un byte.

carattere, mentre i bit D4-D6 (il colore di sfondo) determinano il colore della rimanente area della griglia del carattere.

Il bit di attributo D3 può essere utilizzato come controllo dell'intensità del colore di primo piano, quindi di fatto raddoppiando il numero dei colori di primo piano da 8 a 16.

Se si utilizzano due insiemi di caratteri contemporaneamente (come stabilisce il registro di selezione del generatore di caratteri del sequenzializzatore), il bit D3 seleziona quale insieme utilizzare. In questo caso, i registri delle tavolozze di colore del controllore degli attributi devono essere modificati per disabilitare l'effetto che il bit D3 ha sul colore.

Il bit degli attributi D7 può essere utilizzato per rendere il carattere lampeggiante, o come controllo dell'intensità dello sfondo, raddoppiando il numero di colori dello sfondo da 8 a 16. La funzione del bit D7 è definita dal registro del modo del controllore degli attributi. La condizione di default è quella che abilita il carattere lampeggiante.

La tabella 2-2 illustra i colori standard usati sia per il primo piano, sia per lo sfondo.

Tabella 2-2. Gli attributi standard dei colori.

Attributo	Colore standard	Colore intensificato
000	Nero	Grigio
001	Blu	Blu chiaro
010	Verde	Verde chiaro
011	Ciano	Ciano chiaro

Tabella 2-2. Segue.

Attributo	Colore standard	Colore intensificato
100	Rosso	Rosso chiaro
101	Magenta	Magenta chiaro
110	Marrone	Giallo
111	Grigio	Bianco

Gli attributi del testo monocromatico

La tabella 2-3 illustra le definizioni dei bit nel byte degli attributi del testo monocromatico, simile a quello relativo al testo a colori. I bit D0-D2 controllano gli attributi in primo piano, che può essere normale, oscurato o sottolineato. Il bit D3 controlla l'intensità del primo piano del carattere. I bit D4-D6 selezionano il carattere in reverse, mentre il bit D7 può essere utilizzato per abilitare il carattere lampeggiante o il controllo dell'intensità dello sfondo. Questa funzione è determinata dal registro di controllo del modo del controllore degli attributi. La condizione di default è quella che abilita il carattere lampeggiante.

Come per gli attributi del colore, il bit D3 può essere utilizzato per discriminare tra due insiemi di caratteri.

Come si può vedere dalla tabella 2-3, vi è un numero ridotto di attributi di testo validi per un modo monocromatico. Tutti i valori degli attributi che non compaiono nella tabella devono essere considerati non validi. L'utilizzo di attributi non validi può creare problemi di compatibilità quando si utilizza un software su differenti tipi di schede video monocromatiche (MDA, EGA e Hercules).

Tabella 2-3. Gli attributi di testo monocromatico (MDA).

Attributi di un video monocromatico	
00000000	Nero
00000111	Carattere normale
10000111	Carattere lampeggiante
00001111	Carattere intensificato

Tabella 2-3. segue.

Attributi di un video monocromatico	
10001111	Carattere intensificato lampeggiante
00000001	Carattere sottolineato
10000001	Carattere sottolineato lampeggiante
00001001	Carattere sottolineato intensificato
10001001	Carattere sottolineato intensificato lampeggiante
01110000	Video in reverse
11110000	Video in reverse lampeggiante

Occorre notare che se un carattere è in reverse, non può essere sottolineato o intensificato.

Gli attributi di testo non standard

Riprogrammando il controllore degli attributi, è possibile modificare le definizioni degli attributi dei colori. La figura 2-12 illustra i bit degli attributi che possono essere utilizzati per controllare il colore nel caso più generale. Per ulteriori informazioni sugli attributi, si veda:

- La funzione 8 BIOS: la lettura di caratteri e gli attributi (capitolo 4).
- La funzione 9 BIOS: la scrittura di caratteri e gli attributi (capitolo 4).
- La funzione 16 BIOS: inizializzazione dei registri della tavolozza EGA (capitolo 4).

La memoria video nei modi grafici

Modo 6 (modo grafico a due colori CGA)

Con 649 pixel orizzontali per 200 pixel verticali, il modo 6 è quello a più alta risoluzione. Utilizza solamente un bit per pixel (8 bit per byte): un bit zero indica un pixel nero, mentre un bit 1 indica un pixel bianco. I dati relativi ai
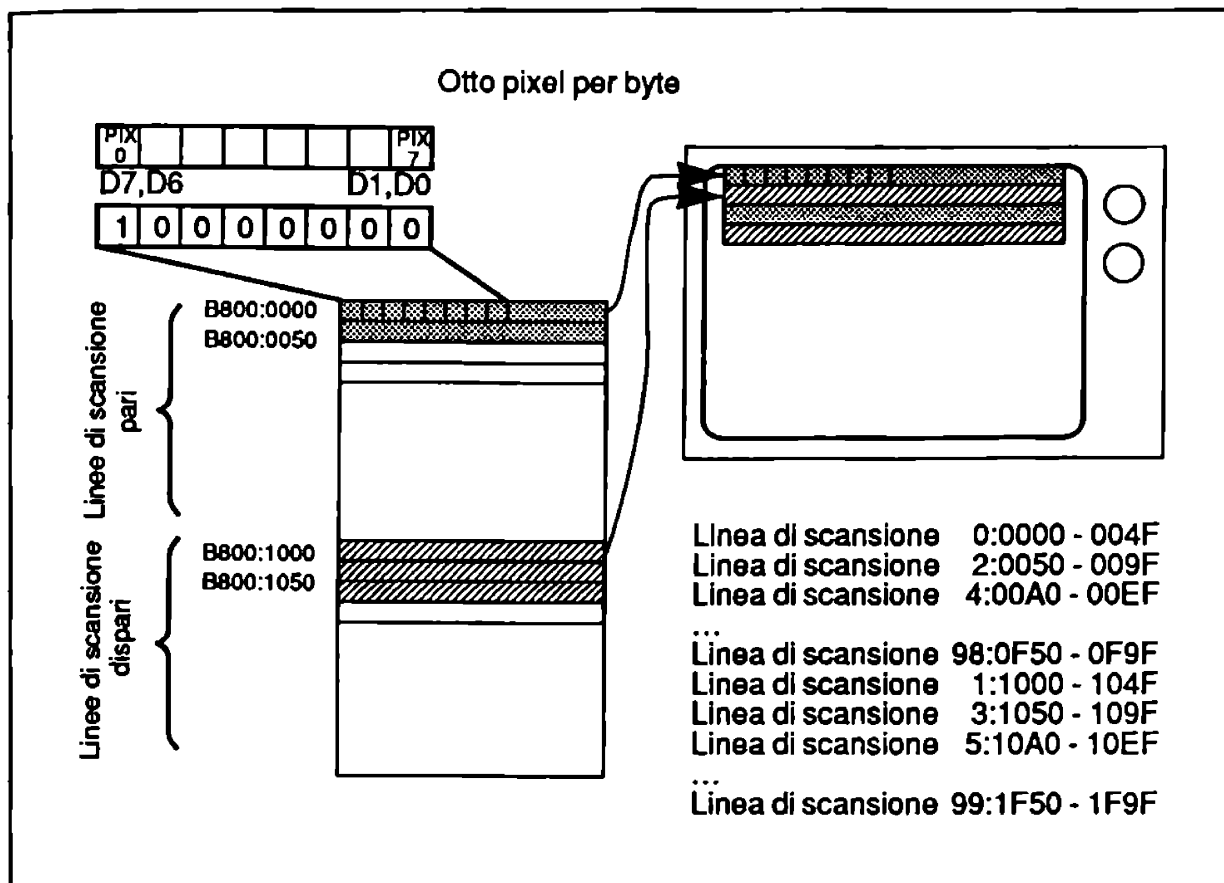
Figura 2-13. Il mappaggio in memoria: il modo grafico 6 CGA.

pixel sono memorizzati nel piano di colore 0 e vengono serializzati a partire dal bit più significativo, in modo che la prima posizione nell'angolo superiore sinistro dello schermo visualizzi i dati contenuti nel bit D7 del byte 0 della memoria video.

Il limite del controllore CRT 6845 utilizzato nella CGA consiste in uno spazio degli indirizzi mappato in modo non-lineare della memoria video. Ciò complica gli algoritmi di disegno, dal momento che è necessario eseguire un calcolo per la traduzione tra la posizione di un pixel sullo schermo e la posizione di un bit in memoria.

La figura 2-13 mostra la traduzione che occorre eseguire tra la memoria video e lo schermo. La prima metà della memoria video contiene i dati relativi a tutte le linee di scansione dispari del CRT, mentre la seconda metà si riferisce alle linee pari. Per tradurre la posizione di un pixel (x,y) sullo schermo, ove x indica la coordinata orizzontale definita sull'intervallo 0-639 e y quella verticale (0-199), nella relativa posizione in memoria video si utilizza la seguente formula:
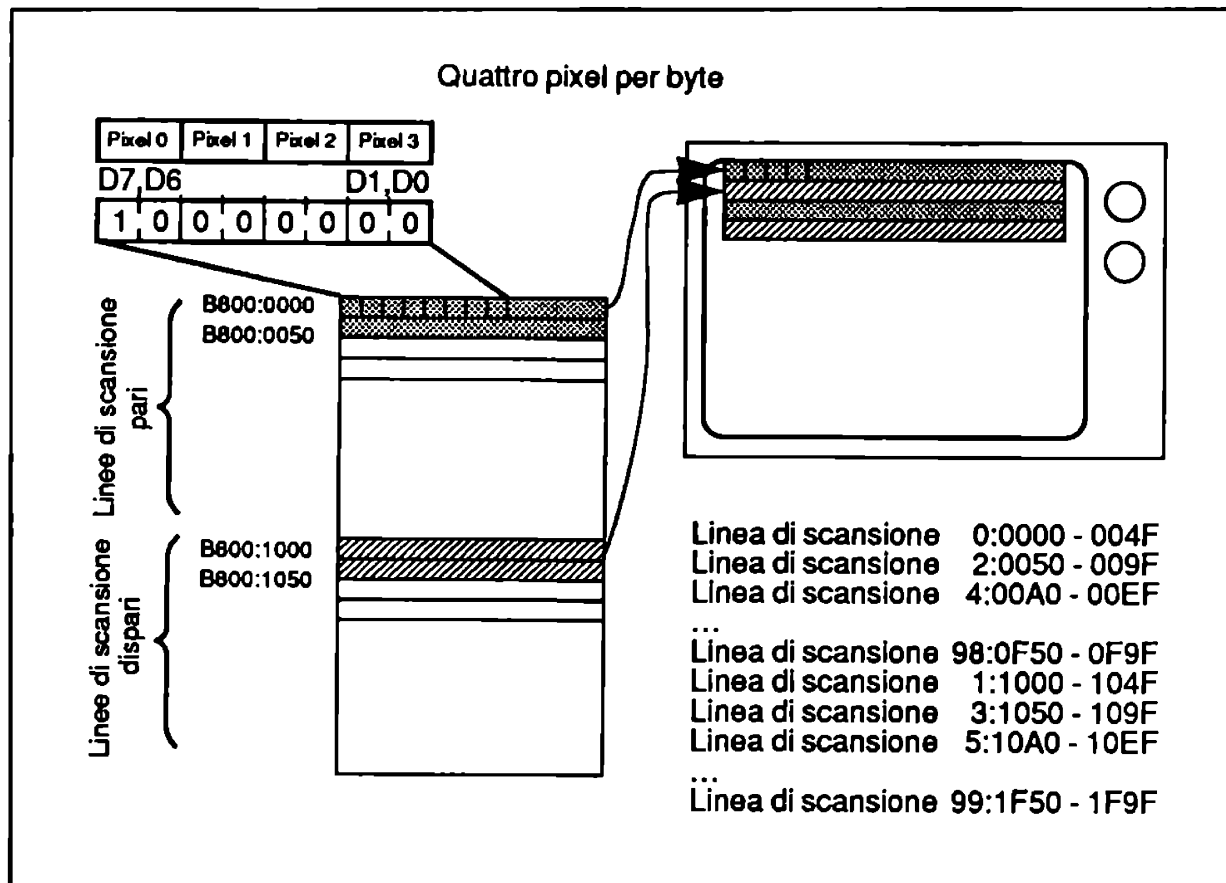
Figura 2-14. Il mappaggio in memoria per i modi grafici CGA 4 e 5.

Indirizzo del byte = 80 * (y/2) + (x/8) se y è pari
Indirizzo del byte = 4096 + 80 * ((y-1)/2) + (x/8) se y è dispari
Posizione del bit (0-7) = 7 - (x modulo 8)

(L'operatore modulo è equivalente al calcolo del resto di x/8).

I modi 4 e 5 (modi grafici a 4 colori CGA)

Sono i modi più ricchi di colori, e anche i più utilizzati, della scheda CGA. La risoluzione è bassa: solamente 320 pixel orizzontali per 200 verticali. Il mappaggio in memoria video utilizza i pacchetti di pixel, con due bit per pixel, ponendo quindi un pacchetto di 4 pixel per byte. I dati relativi ai pixel sono memorizzati e vengono serializzati a partire dal bit più significativo, in modo che la prima posizione nell'angolo superiore sinistro dello schermo visualizzi i dati contenuti nel bit D7 del byte 0 della memoria video.

Come tutti i modi grafici CGA, la memoria video non è mappata linearmente. È necessario eseguire un calcolo per la traduzione tra la posizione di un pixel sullo schermo e la posizione di un bit in memoria. La figura 2-14 mostra il mappaggio in memoria per i modi 4 e 5. La prima metà della memoria video contiene i dati relativi a tutte le linee dispari di scansione del CRT, mentre la seconda metà si riferisce alle linee pari. Per tradurre la posizione di un pixel (x,y) sullo schermo, ove x indica la coordinata orizzontale definita sull'intervallo 0-320 e y quella verticale (0-199), nella relativa posizione in memoria video si utilizza la seguente formula:

```
Indirizzo del byte = 80 * (y/2) + (x/4)                se y è pari
Indirizzo del byte = 4096 + 80 * ((y-1)/2) + (x/4)     se y è dispari
posizione del bit (0,2,4,6) = (x modulo 4)*2
```

I modi 4 e 5 prevedono due insiemi di colori standard, selezionabili mediante una chiamata di una funzione BIOS (funzione 11). I colori standard per i modi 4 e 5 sono mostrati nella tabella 2-4.

Tabella 2-4. Colori standard nei modi 4 e 5.

Valore del pixel	Colore standard	Colore alternativo
00	Nero	Nero
01	Ciano chiaro	Verde
10	Magenta chiaro	Rosso
11	Bianco intenso	Marrone

Modo F (grafica monocromatica) ➠

Il modo F, unico per EGA e VGA, non presenta i problemi di indirizzamento non lineare dei modi grafici CGA. La risoluzione è di 640 pixel orizzontali per 350 verticali. Vengono utilizzati due piani di colori (piano 0 e 1), in cui ciascun pixel occupa 1 bit. I quattro "colori" codificati dai due bit sono nero, bianco, bianco intenso e lampeggiante. I due piani di colore sono abilitati e disabilitati indipendentemente in scrittura dal registro di abilitazione in scrittura dei piani del sequenzializzatore.
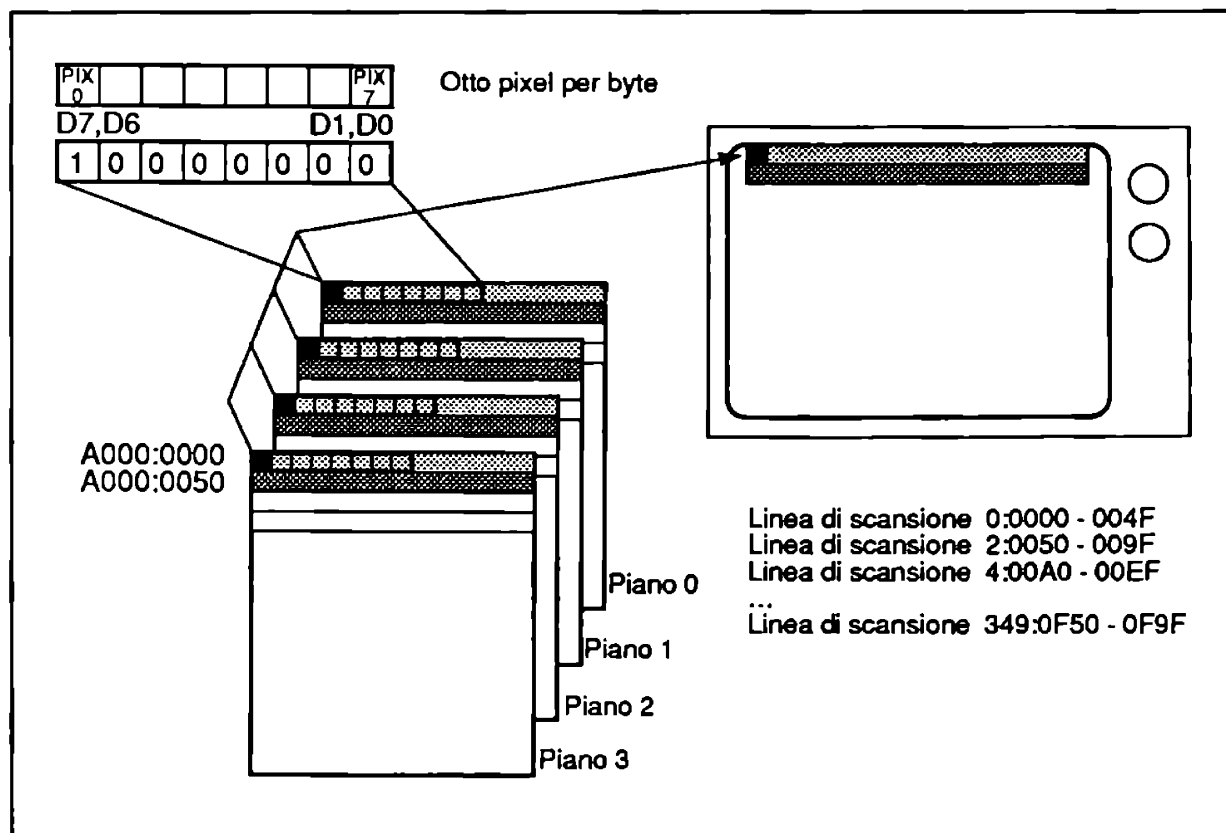
Figura 2-15. Il mappaggio in memoria per il modo grafico EGA F.

La figura 2-15 illustra il mappaggio in memoria per il modo F. Per tradurre la posizione di un pixel (x,y, ove x è la coordinata orizzontale e y quella verticale) sullo schermo nella relativa locazione in bit della memoria video, si utilizza la seguente formula:

Indirizzo del byte = y * 80 + x/8
Posizione del bit (0-7) = 7 - (x modulo 8)

Il modo 10 HEX (modo grafico a colori avanzato) ➠

Il modo 10, unico per VGA e EGA, è il più utilizzato nelle nuove applicazioni di grafica a colori. La risoluzione è di 640 pixel orizzontali per 350 verticali. Vengono utilizzati tutti i quattro piani di colore, che sono abilitati e disabilitati indipendentemente in scrittura mediante il registro di abilitazione in scrittura dei piani di colore del sequenzializzatore. Ciascun pixel occupa in ogni piano un bit, per un totale di quattro bit per pixel, il che consente di visualizzazre contemporaneamente fino a 16 colori.
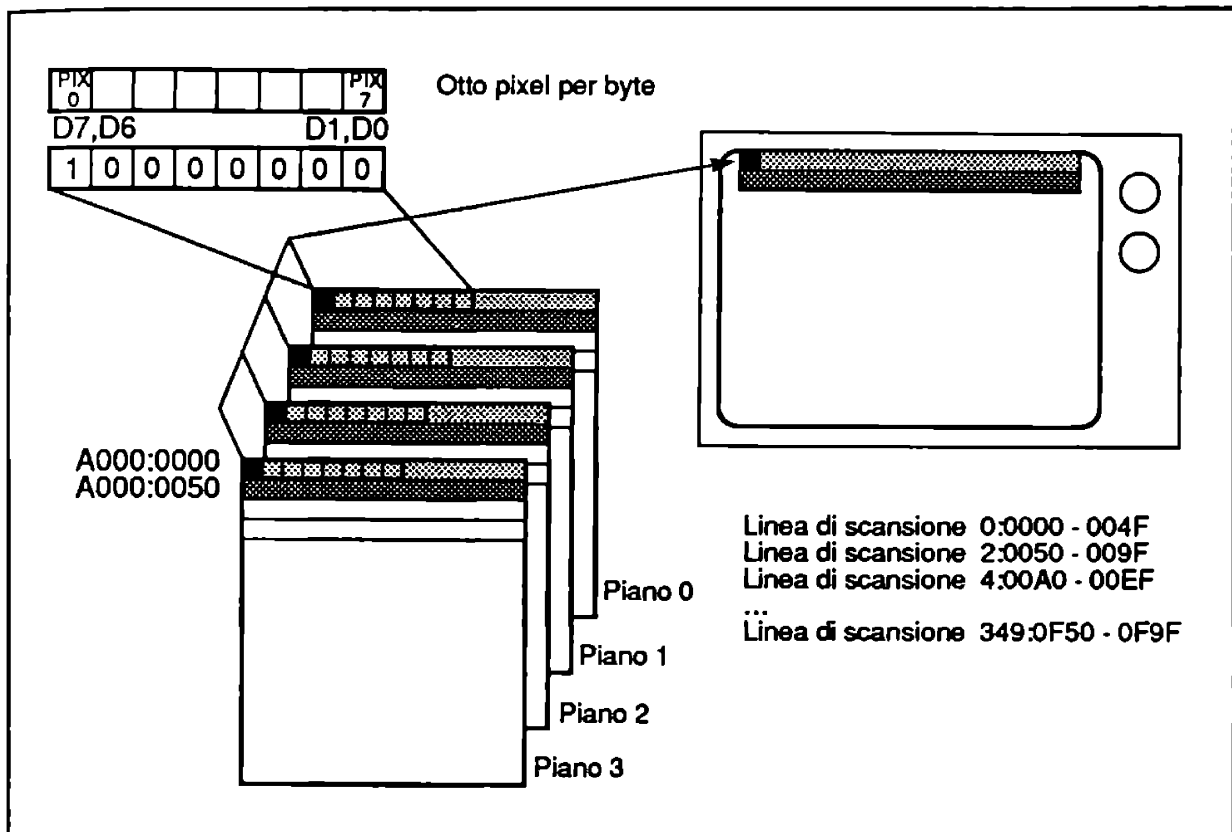
Figura 2-16. Il mappaggio in memoria: i modi grafici EGA D, E, 10, 12 (VGA).

La figura 2-16 illustra il mappaggio in memoria per il modo 10h. Per tradurre la locazione di un pixel sullo schermo (x,y), ove x indica la coordinata orizzontale definita sull'intervallo 0-639 e y quella verticale (0-349), nella locazione del bit ad essa associata nella memoria video, si applichi la seguente formula:

Indirizzo del byte = y * 80 + x/8
Posizione del bit (0-7) = 7 - (x modulo 8)

I modi D ed E (grafici a sedici colori) ➠

I modi grafici D ed E sono molto simili nel funzionamento al modo 10, differendo da quest'ultimo solo nella risoluzione. Il modo D opera a una risoluzione di 320 pixel orizzontali per 200 verticali, mentre il modo E opera con 640 per 200 pixel. Questi modi non sono molto utilizzati, a causa della bassa risoluzione che offrono. Tuttavia sono gli unici modi a sedici colori disponibili per il video a colori (CD).

Modo 11 HEX (modo grafico a due colori) ✖

Il modo 11 è presente solo nella scheda VGA. Dotato di una risoluzione di 640 pixel orizzontali per 480 verticali, prevede solamente due colori. I dati visualizzati sono memorizzati nel piano 0, mentre gli altri piani non sono utilizzati. Ciascun pixel occupa un bit nella memoria video.
Quest'ultima è mappata linearmente (come mostrato nella figura 2-17). Per tradurre la locazione di un pixel sullo schermo (x,y), ove x indica la coordinata orizzontale definita sull'intervallo 0-639 e y quella verticale (0-479), nella locazione del bit ad essa associata nella memoria video, si applichi la seguente formula:

Indirizzo del byte = (y * 80) + x/8
Posizione del bit (0-7) = 7 - (x modulo 8)

Modo 12 HEX (modo grafico a 16 colori) ✖

Il modo 12, presente solo sulla scheda VGA, è simile al modo 10 hex, differendo solo nella risoluzione di 480 linee invece di 350. Sono impiegati
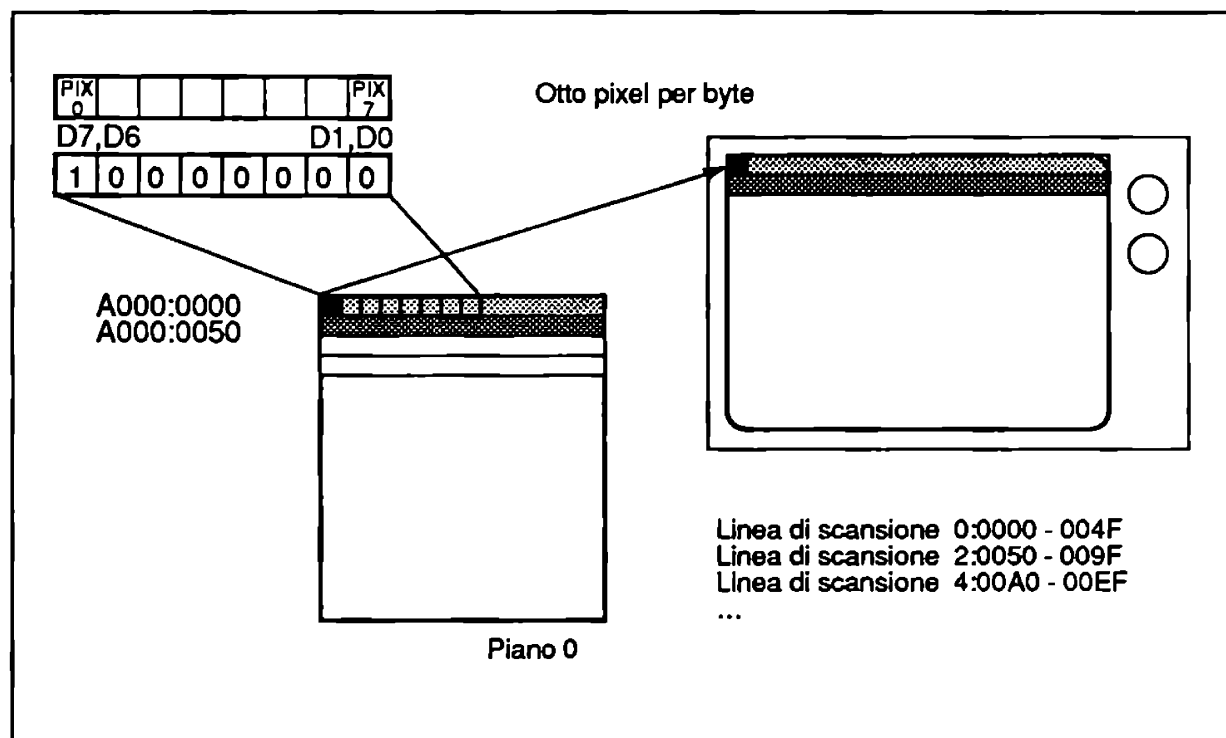
Figura 2-17. Il mappaggio in memoria: il modo grafico 11 VGA.
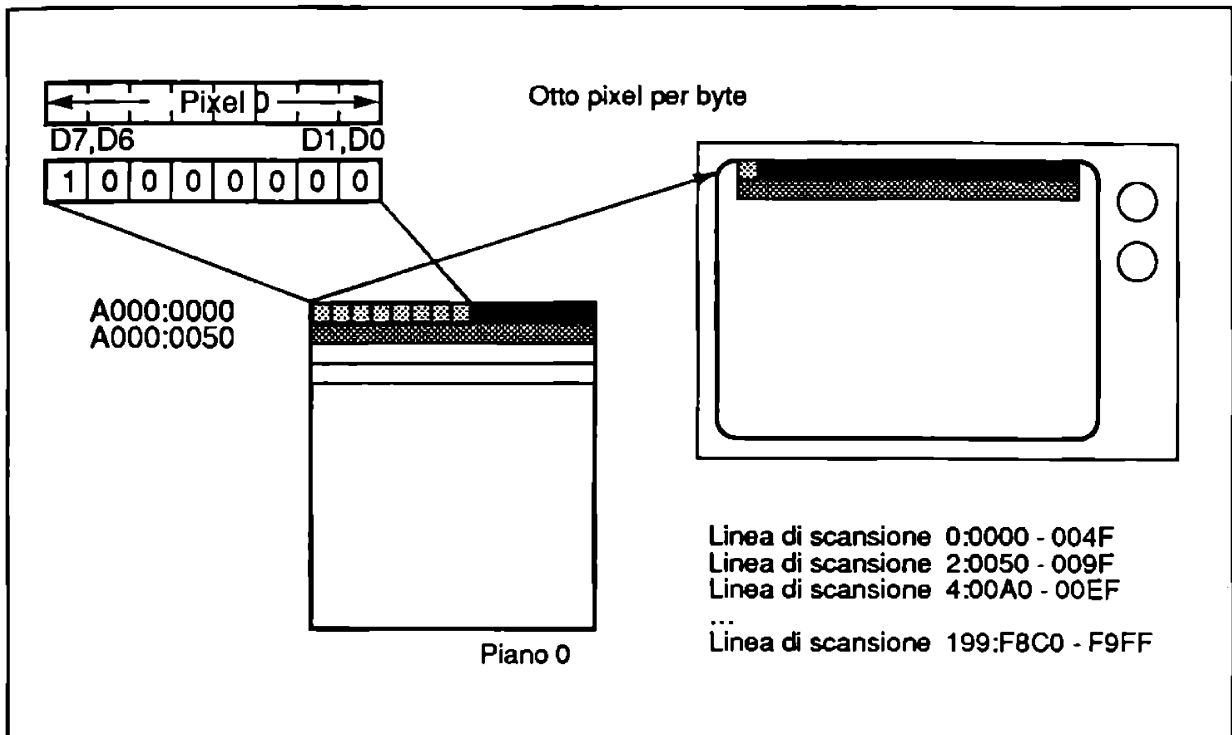
Figura 2-18. Il mappaggio in memoria: il modo grafico 13 VGA.

tutti e quattro i piani di colore, per un totale di 16 colori visualizzabili contemporaneamente. L'organizzazione della memoria è la stessa mostrata nella figura 2-16.

Modo 13 HEX (grafico a 256 colori) ✖

Il modo 13, presente solo sulla scheda VGA, permette la visualizzazione fino a 256 colori contemporaneamente a una bassa risoluzione (320 pixel orizzontali per 200 verticali). La memoria è mappata linearmente come mostrato nella figura 2-18. Per tradurre la locazione di un pixel sullo schermo (x,y), ove x indica la coordinata orizzontale definita nell'intervallo 0-319 e y quella verticale (0-199), nella locazione del bit ad essa associata nella memoria video, si applichi la seguente formula:

Indirizzo del byte = (y * 320) + x

La grafica monocromatica su Hercules

La grafica su scheda Hercules non costituisce un modo standard su EGA e VGA, ma molte ditte che commercializzano prodotti EGA compatibili offrono anche alcuni modi Hercules compatibili. Pertanto si è ritenuto opportuno dare qualche informazione sulla grafica Hercules.
La grafica Hercules utilizza solamente un bit per pixel (8 pixel per byte). La risoluzione è di 720 pixel orizzontali per 348 verticali. La scheda Hercules si basa sul controllore CRT 6845 pertanto la memoria video è affetta dalla limitazione del mappaggio non lineare degli indirizzi, forse in misura ancora maggiore della scheda CGA. La scansione dei dati di linea nella memoria video Hercules è suddivisa in quattro sezioni, contro le due della CGA.
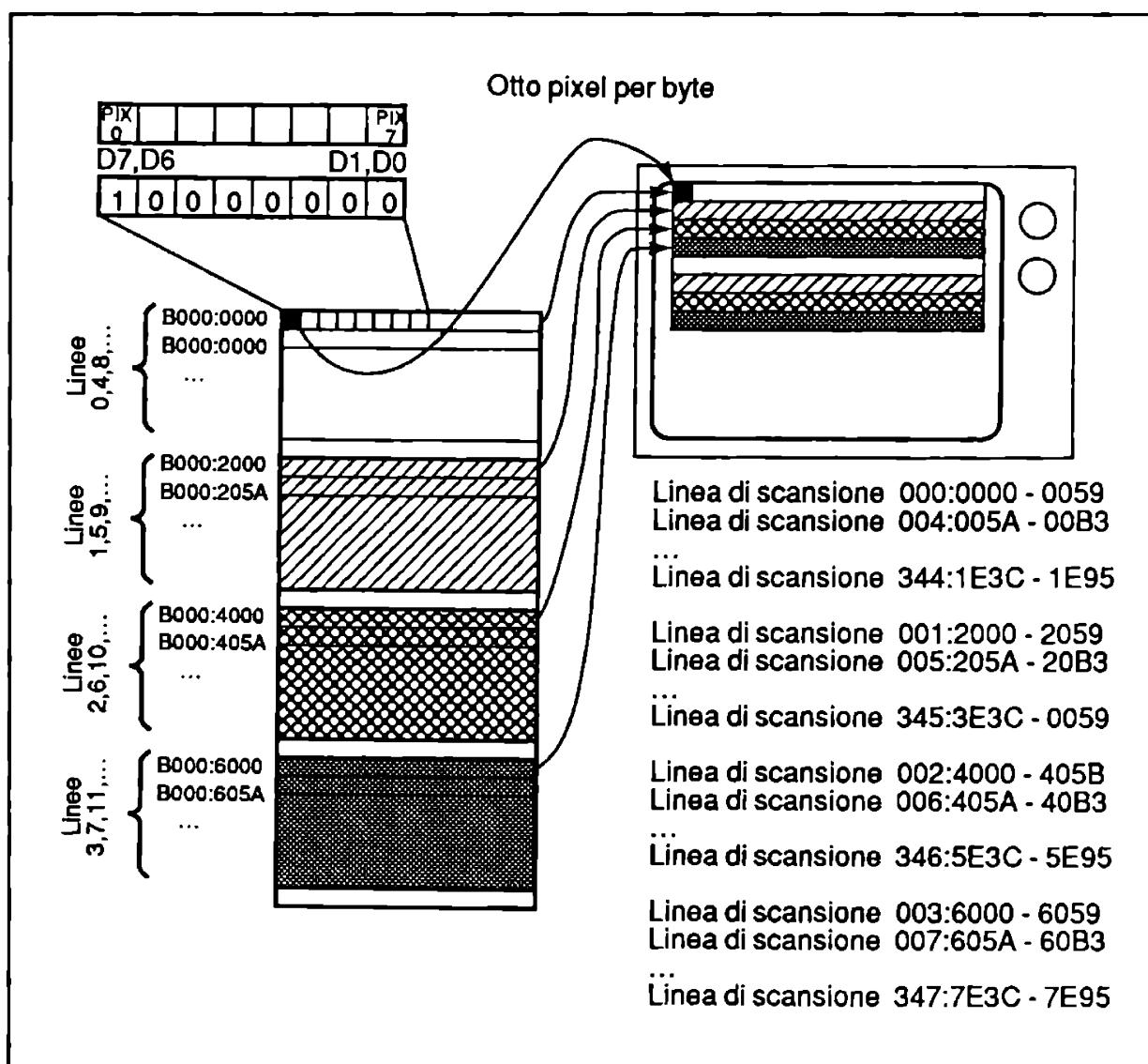
Figura 2-19. Il mappaggio in memoria: il modo grafico Hercules

La figura 2-19 illustra il mappaggio della memoria per la grafica Hercules. Per tradurre la locazione di un pixel sullo schermo (x,y), ove x indica la coordinata orizzontale definita sull'intervallo 0-719 e y quella verticale (0-347), nella locazione del bit ad essa associata nella memoria video, si applichi la seguente formula:

Indirizzo del byte = 90*(y/4) + (x/8) se (y modulo 4) = 0
Indirizzo del byte = 8192 + 90*((y-1)/4) + (x/8) se (y modulo 4) = 1
Indirizzo del byte = 16384 + 90*((y-2)/4) + (x/8) se (y modulo 4) = 2
Indirizzo del byte = 24576 + 90*((y-3)/4) + (x/8) se (y modulo 4) = 3
Posizione del bit (0-7) = 7 - (x modulo 8)

IL CONTROLLORE GRAFICO

Il controllore grafico è un circuito integrato VLSI che si colloca sul flusso dei dati tra il processore e la memoria video (vedere la figura 2-20). Nella sua condizione di funzionamento di default, il controllore grafico è ininfluente: i dati possono essere letti e scritti da o in memoria video senza essere modificati. Tuttavia, il controllore grafico può essere programmato in modo da cooperare nelle funzioni grafiche di disegno eseguendo compiti che altrimenti sarebbero a carico del processore principale. Nel capitolo 3 sono descritti in dettaglio i registri del controllore grafico.
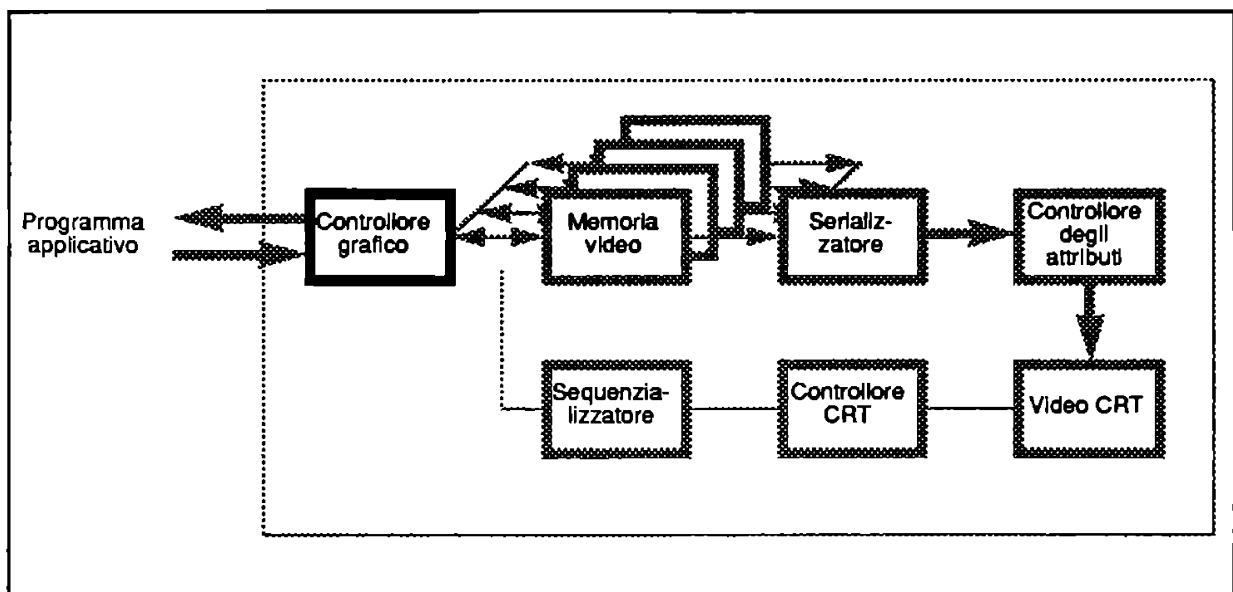
Figura 2-20. Il controllore grafico.

I latch in lettura del processore

Ogni volta che il processore di sistema legge i dati dalla memoria video, essi vengono scritti anche nei latch in lettura della scheda EGA. Durante i cicli di scrittura, i dati nei latch possono essere combinati logicamente con i dati forniti dal processore. Se utilizzata in modo opportuno, questa caratteristica può aiutare il processore nell'esecuzione delle operazioni grafiche di disegno. Mentre il processore può leggere i dati solo da un piano per volta, i latch in lettura conservano i dati di tutti i quattro piani contemporaneamente. Ciò può essere utilizzato nella copia dei dati da una regione della memoria video ad un'altra.

L'unità logica

Durante i cicli di scrittura della memoria video, il controllore grafico può eseguire sui dati in scrittura una delle seguenti funzioni:

- Scrivere i dati non modificandoli
- Eseguire l'OR logico tra i dati in scrittura e quelli in lettura nei latch
- Eseguire l'AND logico tra i dati in scrittura e quelli in lettura nei latch
- Eseguire l'EXOR logico tra i dati in scrittura e quelli in lettura nei latch
- Ruotare i dati in scrittura

Le funzioni logiche di AND/OR/EXOR sono utili per aggiungere o togliere elementi in primo piano o sullo sfondo dell'immagine visualizzata (per esempio i cursori grafici e gli sprite).
La rotazione dei dati è utile quando si deve eseguire il trasferimento di blocchi di dati non allineati nei byte.
Il funzionamento del controllore grafico durante un'operazione di scrittura è illustrato in figura 2-21.

Per ulteriori informazioni circa un uso appropriato sui latch in lettura e l'unità logica, si veda:

- Il registro di selezione di funzione e di rotazione di dati del controllore grafico (capitolo 3).
- Il registro del modo del controllore grafico (capitolo 3).

Il confronto fra colori

Durante i cicli di lettura del processore, il controllore grafico può eseguire una funzione detta di confronto fra colori, utile nell'esecuzione di alcuni algoritmi di disegno come il FLOOD FILL, ovvero la determinazione di una zona dello schermo dal colore specificato o il suo cambiamento. Durante i normali cicli di lettura della memoria video, il processore può semplicemente interrogare un piano di colore per volta. Invece, con la funzione di confronto tra colori, il processore introduce un colore di riferimento in un registro del controllore grafico e, durante il ciclo di lettura, il controllore grafico confronta i dati di tutti i quattro piani (o di un sottogruppo prescelto dei quattro) con il colore di riferimento e indica se esiste una corrispondenza tra i colori.
Il confronto fra colori fornisce la possibilità di cercare nella memoria video un oggetto di un dato colore, specialmente se utilizzato con l'istruzione dell'8086 SCASB.

Per ulteriori informazioni sulla funzione di confronto fra colori, si veda:

- Il registro di confronto fra colori del controllore grafico (capitolo 3).
- Il registro di disabilitazione del colore del controllore grafico (capitolo 3).
- Il registro del modo del controllore grafico (capitolo 3).

Il serializzatore dei dati

Il serializzatore dei dati, fisicamente localizzato sullo stesso circuito integrato VLSI del controllore grafico, cattura i dati letti dalla memoria video durante i cicli di refresh e li converte in un flusso seriale di bit che vanno in ingresso al video CRT. L'unica informazione che il programmatore deve sapere sul serializzatore di dati è che i dati vengono serializzati a partire dal bit più significativo.
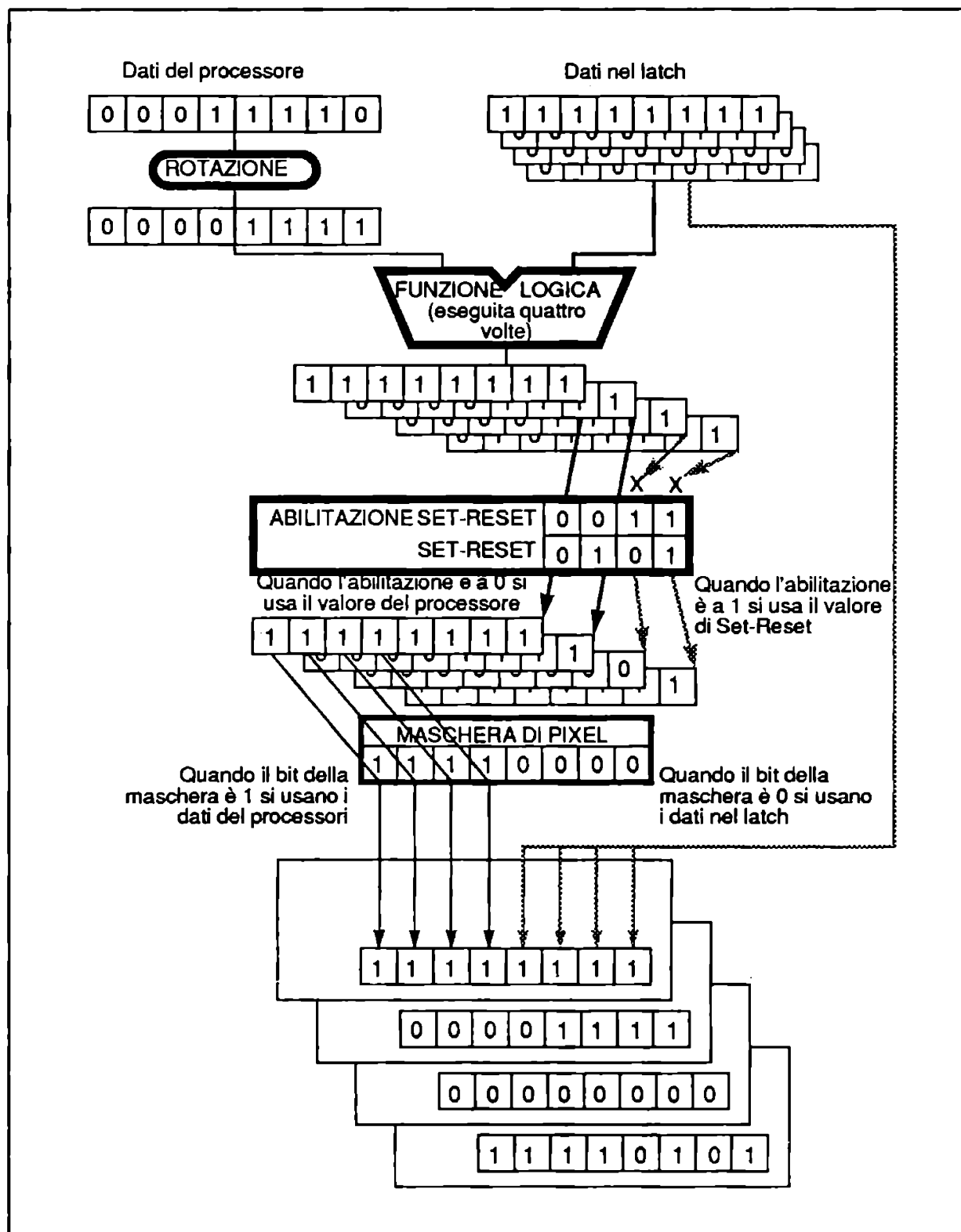
Figura 2-21. Le operazioni in scrittura del controllore grafico.

IL CONTROLLORE DEGLI ATTRIBUTI

Il controllore degli attributi determina in quali colori vengono visualizzati il testo e i grafici (Figura 2-22). Il cuore del controllore degli attributi è la Look-up Table, ovvero una tabella che traduce l'informazione dei 4 bit proveniente dalla memoria video in dati a 6 bit (EGA) o a 12 bit (VGA) che definiscono il colore. Nel capitolo 3 sono descritti in dettaglio i registri del controllore degli attributi.

Durante la scelta del modo operativo eseguita dal BIOS, la Look-up Table dei colori viene inizializzata con i dati propri del modo occorrente. Per i modi monocromatici, la tabella è inizializzata solamente con due colori, mentre per i modi CGA, la tabella prevede un numero di colori più alto rispetto a quanto non sia previsto per queste schede. Il software applicativo può in ogni istante ridefinire la tavolozza dei colori riprogrammando la Look-up Table.

La figura 2-23 illustra come funziona la Look-up Table dei colori nel controllore degli attributi durante un ciclo di refresh del video. Nel diagramma si vede che è stato letto dai piani di colore un valore di colore di un pixel pari a 0111 (7 in binario). Tale valore viene usato come indirizzo per scegliere un registro nella Look-up Table dei colori. Il registro 7 contiene il valore binario 001001, che diviene il dato relativo al colore visualizzato sullo schermo (blu chiaro per il modo 10 hex).

Si noti che il colore (attributo) viene rappresentato differentemente nei modi di testo rispetto a quelli grafici.
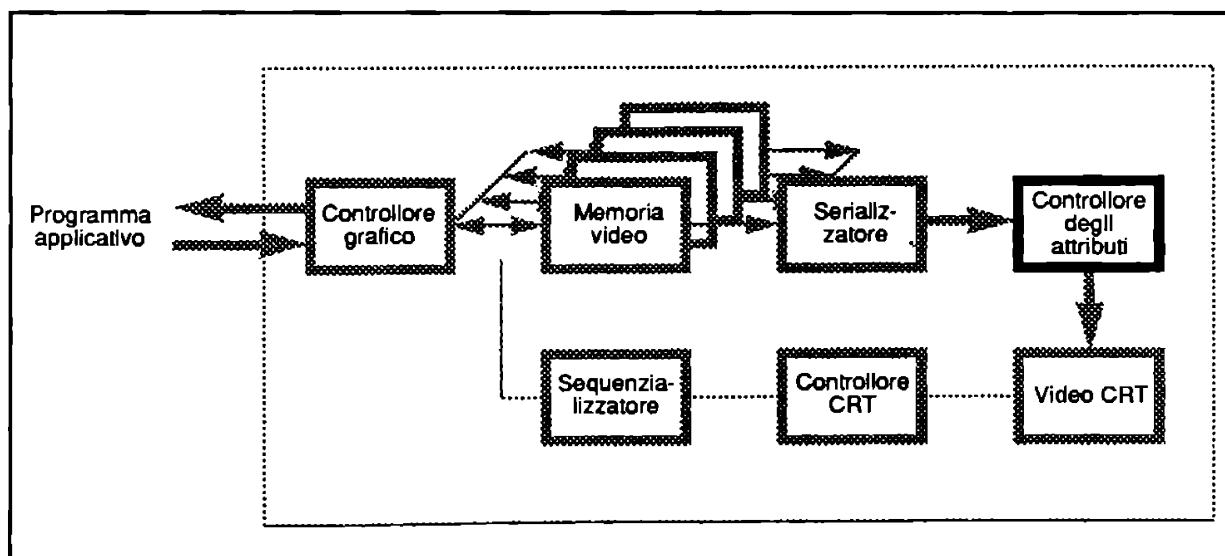
Figura 2-22. Il controllore degli attributi.
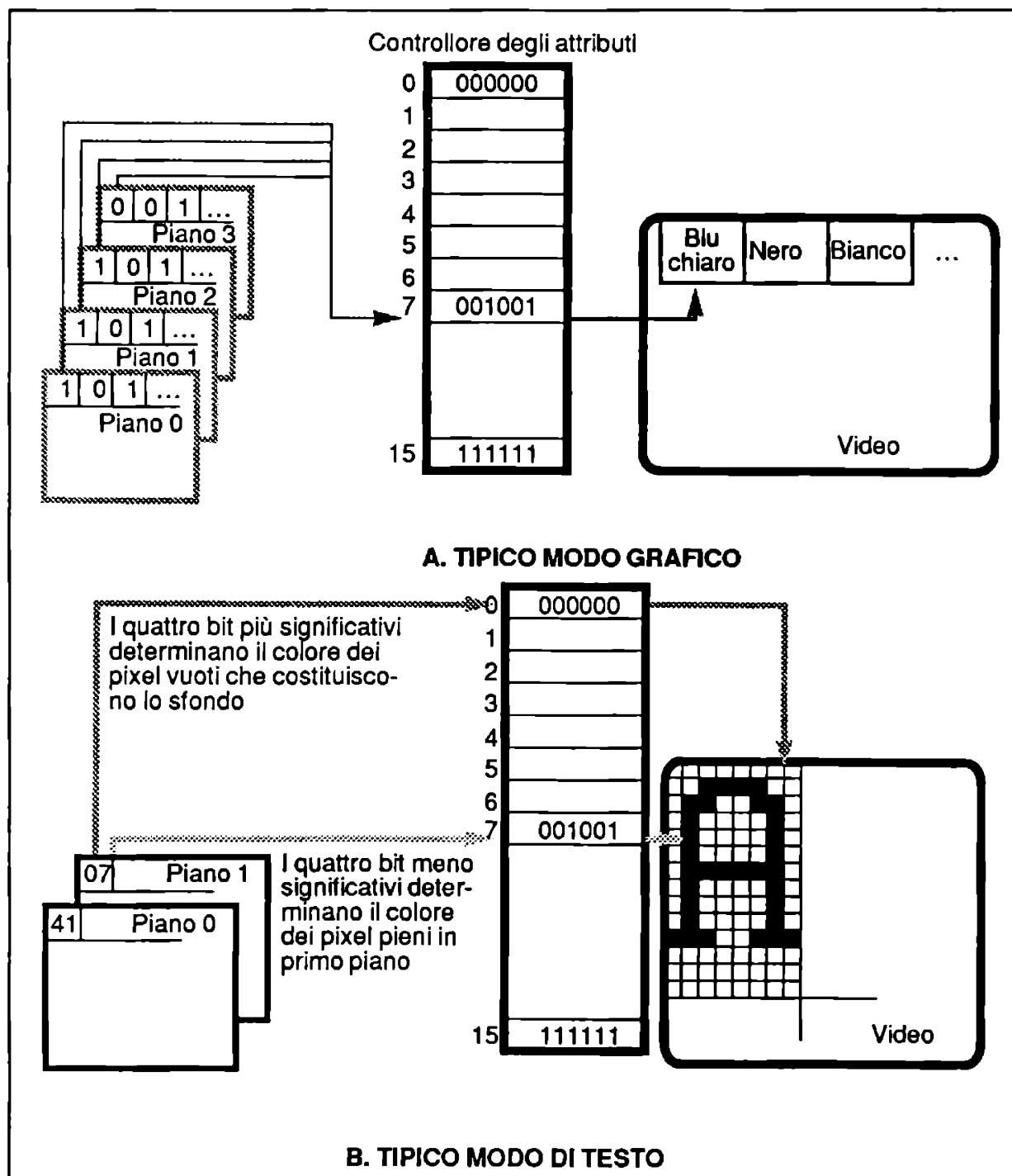
Figura 2-23. La Look-up Table dei colori del controllore degli attributi.

Per ulteriori informazioni sulla Look-up Table dei colori si veda:

- La funzione BIOS 11: inizializzazione della tavolozza dei colori CGA (capitolo 4).
- La funzione BIOS 16: inizializzazione dei registri della tavolozza dei colori EGA (capitolo 4).
- Il controllore degli attributi (capitolo 3).

IL CONTROLLORE CRT

La maggior parte dei registri del controllore CRT sono dedicati alla generazione di segnali che controllano la temporizzazione del raster del CRT (la ritraccia e il blanking del CRT). Tali registri sono inizializzati durante la selezione del modo a seconda del tipo di video e dal modo utilizzato e generalmente non sono di grande interesse per i programmatori di applicazioni (figura 2-24). Inoltre, le modifiche di questi registri potrebbero effettivamente danneggiare il dispositivo video a causa di un'errata temporizzazione del CRT.
Un altro gruppo di registri del controllore CRT può essere utilizzato per definire il formato dei dati visualizzati sullo schermo. I parametri che possono essere variati comprendono il numero di pixel per linea, il numero di linee di scansione, l'altezza dei caratteri di testo, la posizione del punto di partenza del refresh del video e altre funzioni correlate. Questi registri vengono inizializzati al momento della selezione del modo che si intende utilizzare e generalmente non necessitano di ulteriori modifiche. I programmatori che desiderano utilizzare insiemi di caratteri non standard o vogliono modificare il formato dello schermo possono accedere a tali registri.
Altri registri del controllore CRT definiscono la forma del cursore e la sua posizione, forniscono i dati alla penna luminosa ed eseguono lo scrolling verticale (incluso quello dolce del testo). È preferibile accedere ai registri del cursore e della penna luminosa mediante le routine di servizio BIOS.
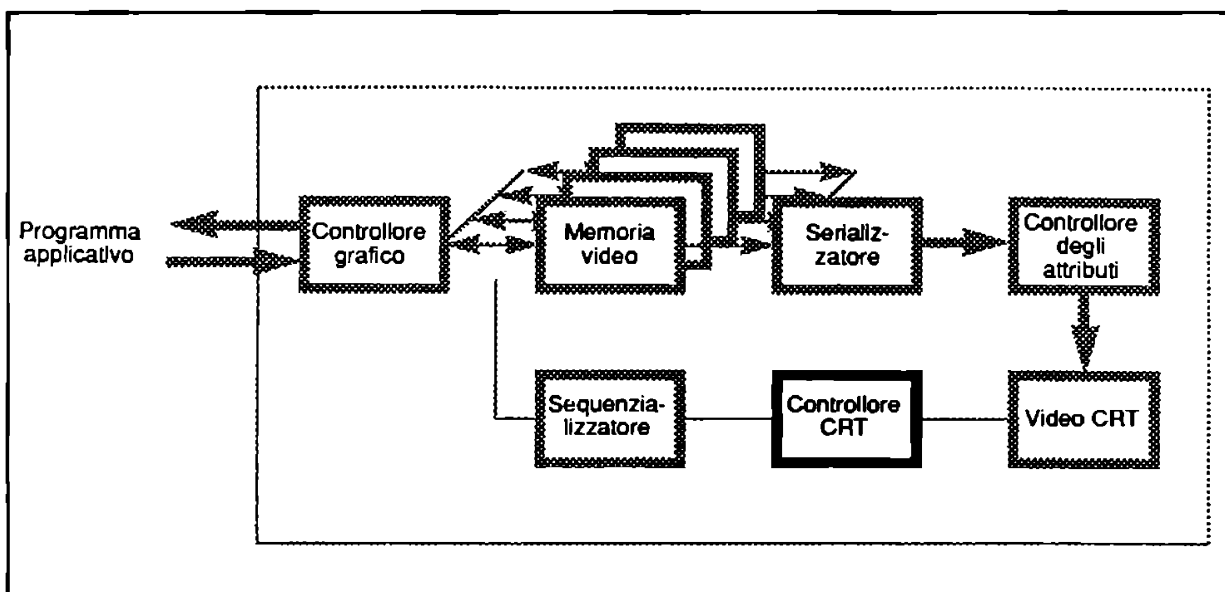
Figura 2-24. Il controllore CRT.

Nel capitolo 3 sono descritti in dettaglio i registri del controllore CRT. Il controllore CRT è funzionalmente molto simile al controllore CRT Motorola 6845 usato sulle schede MDA, CGA ed Hercules ma non è compatibile per quanto riguarda i registri. Il software che accede direttamente ai registri del 6845 generalmente non funziona su EGA e VGA (e vice versa). Per complicare le cose, il controllore CRT della scheda VGA non è identico a quello dell'EGA. Per ottenere la compatibilità è buona cosa utilizzare, dove possibile, le funzioni BIOS per evitare l'accesso diretto dei registri del controllore CRT.

IL SEQUENZIALIZZATORE

Come dice lo stesso nome, il sequenzializzatore controlla la sequenza di tutte le funzioni della scheda (figura 2-25). Esso genera il clock dei caratteri e quello dei punti che controllano la temporizzazione del refresh del video, controlla la temporizzazione dei cicli di lettura e scrittura della memoria video e genera gli stati di attesa per il processore quando è necessario.
Il sequenzializzatore contiene anche la logica necessaria per abilitare e disabilitare l'accesso del processore ai vari piani di colore. Questa funzione rende il sequenzializzatore un modulo interessante per un programmatore. Il suo funzionamento è illustrato nella figura 2-26, mentre i registri del sequenzializzatore sono descritti in dettaglio nel capitolo 3.
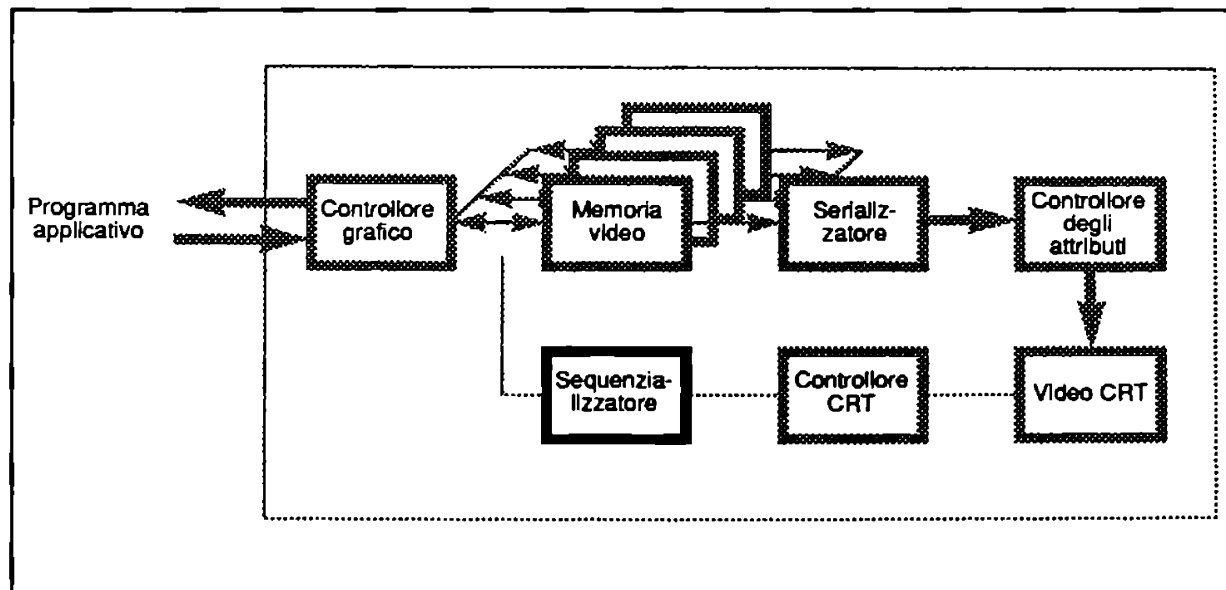
Figura 2-25. Il sequenzializzatore.
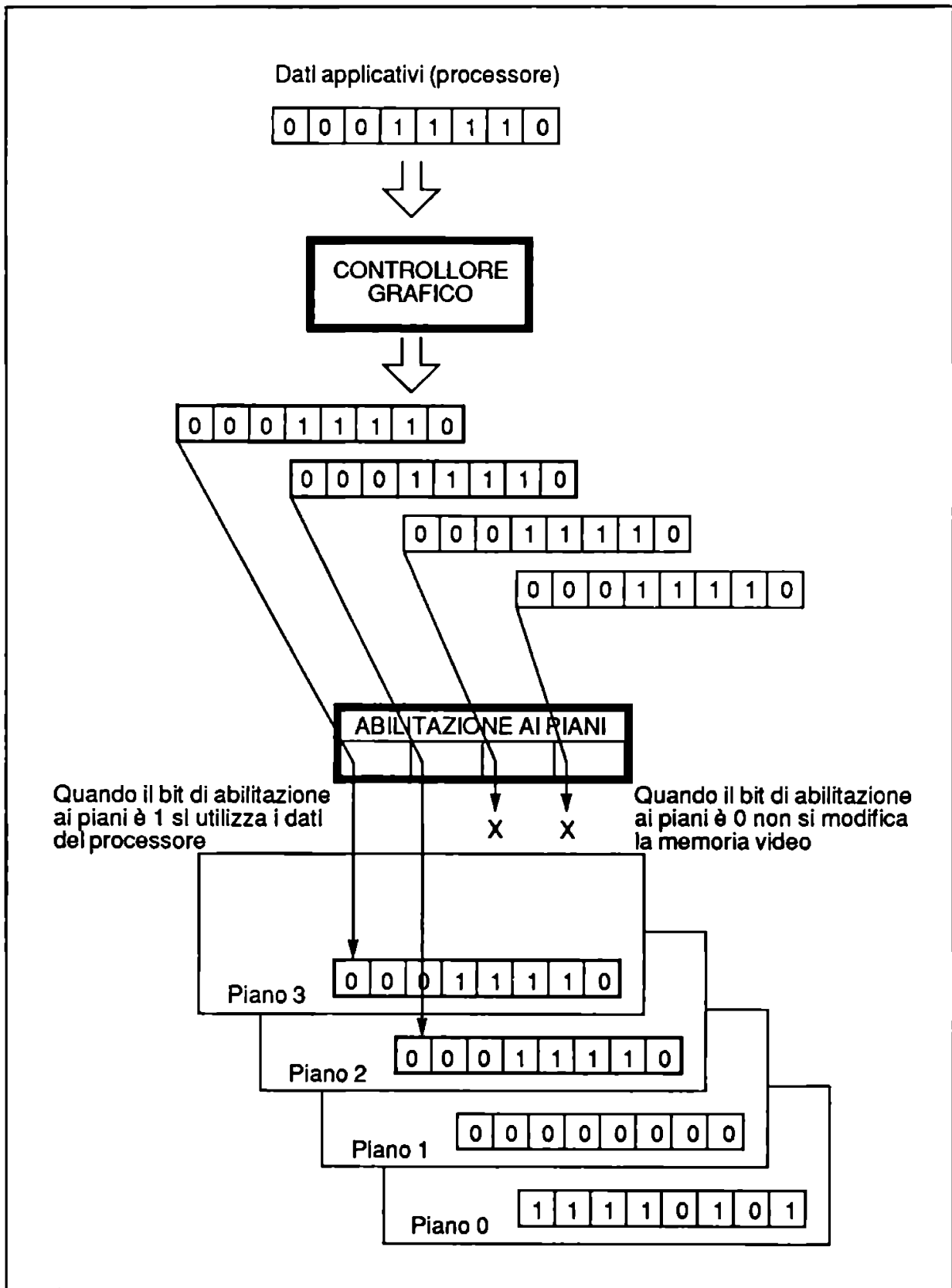
Figura 2-26. La funzione di abilitazione in scrittura dei piani del sequenzializzatore.

Capitolo 3

I registri della scheda EGA

INTRODUZIONE

L'insieme dei registri della scheda EGA per il mappaggio dell'I/O è veramente impressionante. Ancor più lo è quello della scheda VGA. L'EGA contiene circa sessanta registri, la maggior parte accessibili solo in scrittura. Ciò costituisce un problema, specialmente per le applicazioni multitasking che devono salvare e ripristinare rapidamente lo stato del video durante la commutazione dei task. A causa di questo problema, in alcuni prodotti EGA compatibili è stata introdotta la possibilità di leggere i registri. La scheda VGA contiene un numero ancor maggiore di registri, la maggior parte dei quali è anche accessibile in lettura. Per semplicità, si assumerà che tutto ciò che in questo capitolo è detto a proposito della scheda EGA sia valido anche per la VGA, se non è specificato altrimenti.
Per evitare di monopolizzare una vasta percentuale dello spazio di I/O del processore, i registri EGA sono suddivisi tra un piccolo numero di indirizzi di I/O. Nella maggior parte dei casi, l'accesso a un registro avviene in una procedura a due fasi, ove nella prima si sceglie il registro mediante una porta di I/O, quindi si legge o si scrive nel registro mediante una seconda porta di I/O.
Per complicare ulteriormente le cose, gli indirizzi di I/O utilizzati dipendono dal modo operante. Per assicurare la compatibilità con le schede video MDA e CGA, alcuni indirizzi di I/O devono essere mappati in modo differente a seconda che sia operante un modo a colori o monocromatico. Le tabelle 3-1

Tabella 3-1. Il mappaggio degli indirizzi di I/O per EGA/VGA monocromatiche.

Indirizzo di I/O	Registro
3C2	Registro di output generale
	Registro di stato di input 0
3BA	Registro di controllo ausiliario
	Registro di stato di input 1
3BB	Latch della penna luminosa azzerato
3BC	Latch della penna luminosa inizializzato a 1
3C4, 3C5	Sequenzializzatore
3B4, 3B5	Controllore CRT
3CA, 3CC	Controllore grafico
3CE, 3CF	
3C0	Controllore degli attributi
3C3	Abilitazione della scheda VGA (solo per VGA)
3C6, 3C7	Video DAC VGA
3C8, 3C9	

Tabella 3-2. Il mappaggio degli indirizzi di I/O per EGA/VGA a colori.

Indirizzo di I/O	Registro
3C2	Registro di output generale
	Registro di stato di input 0
3DA	Registro di controllo ausiliario
	Registro di stato di input 1
3DB	Latch della penna luminosa azzerato
3DC	Latch della penna luminosa inizializzato a 1
3C4, 3C5	Sequenzializzatore
3D4, 3D5	Controllore CRT
3CA, 3CC	Controllore grafico
3CE, 3CF	
3C0	Controllore degli attributi
3C3	Abilitazione della scheda VGA (solo per VGA)
3C6, 3C7	Video DAC VGA
3C8, 3C9	

e 3-2 elencano gli indirizzi di I/O usati nei modi a colori e in quelli monocromatici.
Anche lo spazio di memoria usato dalle schede EGA e VGA varia a seconda del modo operativo. La tabella 3-3 riassume gli spazi degli indirizzi utilizzati.

Tabella 3-3. Il mappaggio della memoria EGA/VGA

Memoria	Modi
B0000-B7FFF	7
B8000-BFFFF	0,1,2,3,4,5,6
A0000-AFFFF	D, E, F,10,11,12,13

Gli indirizzi dei registri possono essere raggruppati logicamente a seconda della loro funzione. Il controllore CRT, il controllore grafico, il controllore degli attributi e il sequenzializzatore possiedono un insieme proprio di indirizzi. Le sezioni che seguono descrivono ciascuno di questi elementi in dettaglio. I rimanenti registri, che non appartengono a nessuno dei principali blocchi funzionali, sono descritti nella sezione "I registri esterni".

La maggior parte dei registri della scheda EGA non è di interesse pratico per il programmatore. Una volta opportunamente inizializzati dal BIOS a seconda del modo utilizzato, la maggior parte dei registri non richiede ulteriore elaborazione e può venire ignorata. Di fatto può essere estremamente dannoso modificare alcuni di questi registri. Molti dispositivi video possono letteralmente esplodere se gestiti con una temporizzazione errata a causa di un'inopportuna inizializzazione di tali registri.
Il programmatore può utilizzare una piccola parte dei registri EGA per eseguire alcune funzioni, come per esempio il controllo del cursore, il panning e lo scrolling, la finestrazione dello schermo, ecc.

Anche se nel capitolo vengono descritti tutti i registri EGA, si è cercato in modo particolare di evidenziare quali sono i registri più utili e quali sono quelli pericolosi. I registri la cui modifica può risultare pericolosa sono contrassegnati dal simbolo ✳, mentre quelli particolarmente utili dal simbolo ★.Facendo riferimento ai bit dei registri o al byte in memoria, si utilizzerà la convenzione illustrata in figura 3-1.
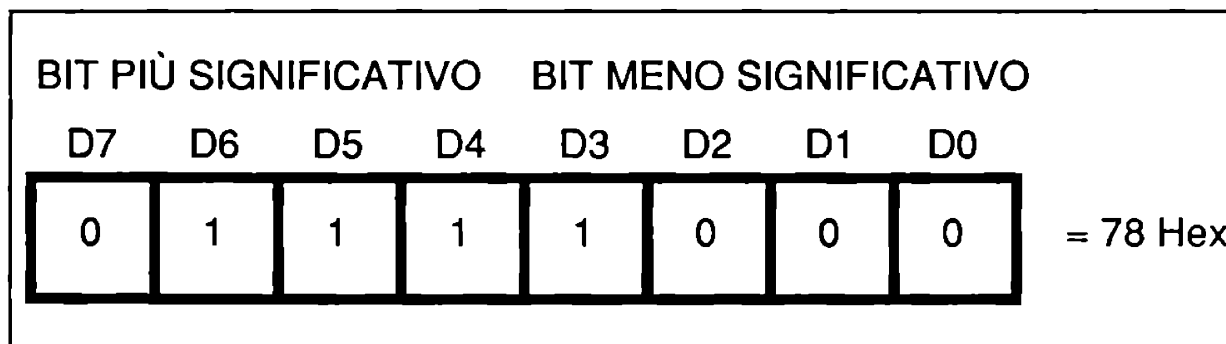
Figura 3-1. La convenzione sulla notazione dei bit.

I REGISTRI ESTERNI

Questi registri sono detti esterni perché non fanno parte di nessuno dei principali blocchi VLSI della scheda EGA (sequenzializzatore, controllore CRT, controllore grafico e controllore degli attributi).

Il registro di output generale (indirizzo 3C2) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	23h	A7h	A6h	A2h	A7

Occorre prestare attenzione quando si indirizza questo registro perché determina, tra le altre cose, la polarità delle uscite di sincronismo e il clock del video. Tuttavia in questo registro vi sono due bit che possono interessare al programmatore.
Su EGA il registro è accessibile solo in scrittura, mentre su VGA può essere letto all'indirizzo 3CCh.

Definizioni dei bit:
D7 - Polarità del sincronismo verticale
D6 - Polarità del sincronismo orizzontale
D5 - bit di pagina pari/dispari
D4 - Video disabilitato
D3 - Scelta del clock 1
D2 - Scelta del clock 0
D1 - Abilitazione della RAM video
D0 - Scelta degli indirizzi di I/O

Tabella 3-4. La polarità di sincronismo e la risoluzione verticale dello schermo.

D7 D6	EGA	VGA
0 0	200 linee	non valido
0 1	350 linee	350 linee
1 0	non valido	400 linee
1 1	non valido	480 linee

Per evitare danni, la polarità del sincronismo deve essere selezionata in modo opportuno a seconda del dispositivo video utilizzato. Un valore 0 del bit indica la polarità di sincronismo positiva, uno quella negativa. La tabella 3-4 illustra i valori corretti per i tipi più comuni di dispositivi video. I video a frequenza multipla come l'ECD utilizzano la polarità di sincronismo per selezionare la frequenza di scansione.

- **D5: il bit di pagina pari/dispari** è utilizzato nei modi in cui gli indirizzi pari sono inviati al piano 0 e quelli dispari al piano 1 (tutti i modi di testo funzionano così). Esso seleziona una delle due pagine di 64K byte.

- **D4: il bit del video disabilitato**, se posto a uno, disabilita il gestore dell'output del video della scheda EGA. Ciò consente a un dispositivo presente sul connettore ausiliario di controllare direttamente il dispositivo video.

- **Nota: il bit del video disabilitato** non dovrebbe essere utilizzato come controllo di accensione/spegnimento del video, dal momento che disabilita oltre, alla visualizzazione dei dati, anche i segnali di sincronismo del CRT. Il controllore degli attributi permette di abilitare o disabilitare senza pericolo la visualizzazione dei dati (si veda la sezione dedicata ai registri del controllore degli attributi in questo capitolo).

- **D2,D3: il bit della scelta del clock** controlla la frequenza del clock del video. La tabella 3-5 illustra i valori corretti che devono assumere questi bit.

Tabella 3-5. I bit di selezione della frequenza di clock del video

D3 D2	Modo
0 0	640 colonne (o 320)
0 1	720 colonne
1 0	clock esterno (dal connettore ausiliario)
1 1	riservato

- La selezione del **clock esterno** è utilizzata solo da alcune ditte che hanno aggiunto un clock molto più veloce sul connettore ausiliario per ottenere una risoluzione video più alta. La temporizzazione di tutti i registri deve essere modificata quando si sceglie questa soluzione ed è opportuno lasciare tale operazione agli esperti.

- **D1: il bit di abilitazione della RAM video** può essere utilizzato per disabilitare l'accesso del processore (in lettura o scrittura) alla RAM video dell'EGA. Il valore 0 disabilita la RAM, mentre un uno l'abilita. Questo bit non ha effetto sul refresh del video.

- **D0: il bit della scelta degli indirizzi di I/O**, se inizializzato a zero, seleziona lo spazio degli indirizzi di I/O monocromatico (3BX). Se invece il bit assume valore uno, viene selezionato lo spazio degli indirizzi di I/O a colori (3DX).

Il registro di controllo ausiliario (solo su EGA - indirizzo 3BA/3DA)

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	00	00	00	00	00

Gli indirizzi di I/O di questo registro dipendono dal modo operativo. Nei modo monocromatici, il registro è mappato all'indirizzo di I/O 3BA, nei modi a colori all'indirizzo 3DA. Nella scheda EGA sono utilizzati due bit del registro, connessi direttamente al connettore ausiliario. Il registro è utilizza-

to solo nelle applicazioni in cui si collega una scheda al connettore ausiliario, mentre non è impiegato sulla scheda VGA.

Definizioni dei bit:

D7-D2 - riservati (0)
D1 - bit 1 di controllo ausiliario
D0 - bit 0 di controllo ausiliario

Il registro di stato di input 0 (indirizzo di I/O 3C2)

Si tratta di un registro a sola lettura, mappato allo stesso indirizzo di I/O del registro di output generale.

Definizioni dei bit:

D7 - interruzione di ritraccia verticale
D6 - bit 1 di sensore ausiliario
D5 - bit 0 di sensore ausiliario
D4 - sensore degli interruttori
D3 - non utilizzato
D2 - non utilizzato
D1 - non utilizzato
D0 - non utilizzato

- **D7: il bit d'interruzione di ritraccia verticale** può essere esaminato da un gestore di interruzioni per determinare se la ritraccia verticale è stata la causa dell'interruzione (nel caso in cui la linea di interruzione IRQ2 è condivisa). Si tratta di un bit di latch che viene inizializzato a uno all'inizio della ritraccia verticale e azzerato mediante il registro di fine ritraccia verticale del controllore CRT. La ritraccia verticale è una possibile causa di interruzioni sulla linea IRQ2.

- **D6,D5: i bit di sensore ausiliario** sono gli ingressi del connettore ausiliario (solo per EGA)

- **D4: il bit di sensore degli interruttori** è utilizzato dal BIOS dell'EGA per leggere gli interruttori di configurazione. I quattro interruttori della configurazione sono suddivisi su questa linea. La scelta degli interruttori

Tabella 3-6. I sensori degli interruttori.

Scelta del clock	Sensore degli interruttori
00	Interruttore 1
01	Interruttore 2
10	Interruttore 3
11	Interruttore 4

viene fatta mediante le due linee di selezione del clock del registro generale (3C2). La tabella 3-6 illustra la relazione che esiste tra la scelta del clock e il sensore degli interruttori. Questi dati possono anche essere memorizzati nel byte all'indirizzo 0:488h.

La VGA utilizza la linea di sensore degli interruttori per capire automaticamente quale dispositivo video si sta utilizzando (a colori o monocromatico).

Per ulteriori informazioni sui bit di sensore ausiliari e sulla disposizione degli interruttori, si veda anche:

- La funzione 18 BIOS di lettura dello stato EGA nel capitolo 4.

Il registro di stato di input 1 (indirizzo di I/O 3BA/3DA)

Si tratta di un registro a sola lettura, mappato allo stesso indirizzo di I/O del registro di controllo ausiliario. Si trova all'indirizzo di I/O 3BA per i modi monocromatici a 3DA per i modi a colori.

Definizioni dei bit:

D7 - non utilizzato
D6 - non utilizzato
D5 - Diagnostica
D4 - Diagnostica
D3 - Ritraccia verticale
D2 - Interruttore della penna luminosa (solo EGA)
D1 - Abilitazione della penna luminosa (solo EGA)
D0 - Abilitazione video

- **D0: il bit di abilitazione video** fornisce lo stato in tempo reale del segnale di blanking CRT, che diviene attivo durante la ritraccia verticale o orizzontale. Il bit a zero indica che viene eseguito il blanking del video. Contando il numero di intervalli di blanking orizzontale che intercorrono tra le ritracce verticali (vedere il bit D3), si possono dedurre alcune informazioni sulla risoluzione verticale dello schermo. Ciò può essere utile nel software che deve adattarsi a differenti risoluzioni.

- **D1: un uno sul bit di abilitazione della penna luminosa** indica che è avvenuto il trigger della penna (solo per EGA). Il valore di questo bit si conserva fino a che non viene azzerato da un'operazione di scrittura all'indirizzo di I/O 3BB (monocromatico) o 3BD (colori). A scopi diagnostici, è possibile forzare a uno questo bit scrivendo all'indirizzo di I/O 3BC (monocromatico) o 3DC (colori).

- **D2: Uno zero sul bit di interruttore della penna luminosa** indica che l'interruttore della penna è chiuso (la penna è applicata allo schermo CRT). È preferibile conoscere lo stato della penna luminosa mediante una chiamata di una funzione BIOS, piuttosto che accedere direttamente a questi bit (si veda il capitolo 4, la funzione 4 BIOS, la lettura della penna luminosa).

- **D3: un uno sul bit della ritraccia verticale** indica che il CRT è nello stato di ritraccia verticale.

- **D5,D4: i bit di diagnostica** possono essere utilizzati per leggere due dei sei colori in output del video EGA. I colori letti dipendono dal valore contenuto nel registro di abilitazione dei piani di colore (indirizzo 12 del controllore degli attributi, si veda la sezione dedicata ai registri del controllore degli attributi in questo stesso capitolo). La tabella 3-7 illustra quali colori corrispondono ai valori assunti da questo registro. La tabella 3-8 mostra come sia possibile utilizzare tale funzione su una scheda VGA per leggere due degli otto uscite del controllore degli attributi di una scheda VGA.

Questi bit diagnostici forniscono l'unico mezzo per leggere i valori dei registri della tavolozza EGA. Forzando delle configurazioni di dati in

ingresso nel controllore degli attributi mediante il suo registro indice (si veda la sezione dedicata ai registri del controllore degli attributi in questo capitolo) e quindi leggendo le linee di output del video, è possibile determinare il contenuto di tutti i sedici registri della tavolozza della scheda EGA. L'utilizzo di questo meccanismo per leggere il contenuto dei registri della tavolozza può limitare la compatibilità software con i prodotti di alcune ditte.

Tabella 3-7. La lettura delle linee video mediante i bit di diagnostica (EGA)

Registro di abilitazione		**Registro dello stato di input 1**	
D5	D4	D5	D4
0	0	Rosso	Blu
0	1	Rosso secondario	Verde secondario
1	0	Blu secondario	Verde
1	1	Non utilizzato	Non utilizzato

* Su alcuni prodotti EGA compatibili, D4 e D5 sono invertiti.

Tabella 3-8. La lettura delle linee video mediante i bit di diagnostica (VGA)

Registro di abilitazione		**registro dello stato di input 1**	
D5	D4	D5	D4
0	0	P2	P0
0	1	P5	P4
1	0	P3	P1
1	1	P7	P6

Il registro di abilitazione VGA (indirizzo di I/O 3C3)

Il registro di abilitazione VGA è un registro a un bit: se D0 è zero, tutta la memoria VGA e l'I/O sono disabilitati (eccetto che per la scrittura in questo registro).

IL CONTROLLORE CRT

Introduzione

Il controllore CRT esegue esattamente ciò che dice il suo nome: controlla il CRT generando i segnali di sincronismo e di blanking che definiscono il raster del video. Definisce inoltre il formato dei dati visualizzati sullo schermo. L'insieme dei registri del controllore CRT è molto simile a quello del Motorola 6845 che è divenuto lo standard per la maggior parte delle schede video IBM precedenti, comprese l'MDA, la CGA e l'Hercules.
Il controllore CRT utilizza due indirizzi di I/O: il primo individua un registro indice utilizzato per selezionare uno dei 24 registri interni del controllore CRT (si veda la tabella 3-9). Il secondo indirizzo è utilizzato per leggere o scrivere i dati nel registro prescelto. Sulla scheda EGA, la maggior parte dei registri del controllore CRT sono accessibili sono in lettura.
Come per molti altri registri EGA e VGA, gli indirizzi dei registri del controllore CRT dipendono dal modo operativo. Nei modi monocromatici, il registro indice è mappato all'indirizzo 3B4 e il registro dei dati all'indirizzo 3B5, mentre nei modi a colori gli indirizzi sono 3D4 e 3D5, rispettivamente per il registro indice e il registro dei dati.
Se si esclude il raro caso in cui un programmatore di sistema stia utilizzando un dispositivo video insolito o voglia utilizzare un formato non convenzionale, non è necessario che modifichi via software molti registri del controllore CRT. Tutti i registri di controllo della temporizzazione sono inizializzati dal BIOS durante un reset o durante la selezione del modo e una loro modifica non attenta potrebbe danneggiare effettivamente il video CRT. Per completezza, sono incluse brevi descrizioni di tutti i registri di temporizzazione. I registri la cui modifica potrebbe risultare dannosa sono contrassegnati con il simbolo ✳.

Solo alcuni registri del controllore CRT sono di reale interesse per un tipico programmatore e sono contrassegnati con il simbolo ★. Lo scopo principale in questo capitolo è, in primo luogo, chiarire quali sono i registri di maggior interesse e, secondariamente, spiegare il loro utilizzo.

Tabella 3-9. I registri del controllore CRT.

Indice (3B4/3D4)		Registri del controllore CRT (3B%/3D5)
0	✳	Totale orizzontale
1	✳	Fine visualizzazione orizzontale
2	✳	Inizio blank orizzontale
3	✳	Fine blank orizzontale
4	✳	Inizio ritraccia orizzontale
5	✳	Fine ritraccia orizzontale
6	✳	Totale verticale
7*	✳★	Overflow
8		Preset di scansione di riga
9		Max linee di scansione
A		Inizio cursore
B		Fine cursore
C	★	Indirizzo di inizio (byte più significativo)
D	★	Indirizzo di inizio (byte meno significativo)
E	★	Posizione del cursore (byte più significativo)
F	★	Posizione del cursore (byte meno significativo)
10	✳	Inizio ritraccia verticale
11	✳	Fine ritraccia verticale
10 (solo lettura)		Indirizzo della penna luminosa (byte più significativo)
11 (solo lettura)		Indirizzo della penna luminosa (byte meno significativo)
12	✳	Fine ritraccia verticale
13	★	Offset (spiazzamento)
14		Posizione di sottolineatura
15	✳	Inizio blank verticale
16	✳	Fine blank verticale
17	✳	Controllo del modo
18	★	Confronto tra linee

✳ Indica un registro la cui modifica può essere pericolosa
★ Indica un registro di particolare utilità

* Sfortunatamente è necessario anche per la finestrazione dello schermo.

La maggior parte dei problemi di compatibilità che sorgono tra EGA e CGA o MDA sono dovuti alle differenze tra i registri del controllore CRT 6845 usato sulle schede più vecchie rispetto al controllore CRT EGA. Tali differenze sono riassunte nella tabella 3-10.

Tabella 3-10. Un confronto tra il controllore CRT EGA e quello del 6845.

Indice	Registro 6845	Registro EGA/VGA
2	Posizione di sincronismo orizzontale	Inizio blanking orizzontale
3	Ampiezza di sincronismo	Fine blanking orizzontale
4	Totale verticale	Inizio ritraccia orizzontale
5	Correzione totale verticale	Fine ritraccia orizzontale
6	Visualizzazione verticale	Totale verticale
7	Posizione di sincronismo verticale	Overflow
8	Modo interfaccia	Preset di scansione di riga

I registri di temporizzazione CRT *

I registri di questo gruppo definiscono i segnali di sincronismo e di blanking che controllano il video CRT. Essi vengono inizializzati dal BIOS per ogni modo standard e dovrebbero essere modificati solamente se si intende utilizzare un dispositivo video o un modo non standard. Una modifica non attenta di questi registri può effettivamente danneggiare o distruggere il dispositivo video.

Due contatori interni al controllore CRT, detti conteggio orizzontale e conteggio verticale, controllano la generazione della temporizzazione. Il conteggio orizzontale è incrementato a ogni clock di carattere e viene azzerato quando il suo valore è uguale al totale orizzontale. Il conteggio verticale è incrementato dopo ogni ritraccia orizzontale e viene azzerato quando il suo valore raggiunge il totale verticale.

I valori che vengono scritti all'interno di tutti i registri di temporizzazione descritti vengono confrontati con il conteggio verticale e orizzontale per determinare la temporizzazione dei segnali di controllo.

La relazione con la temporizzazione di blanking e di ritraccia è illustrata in figura 3-20.
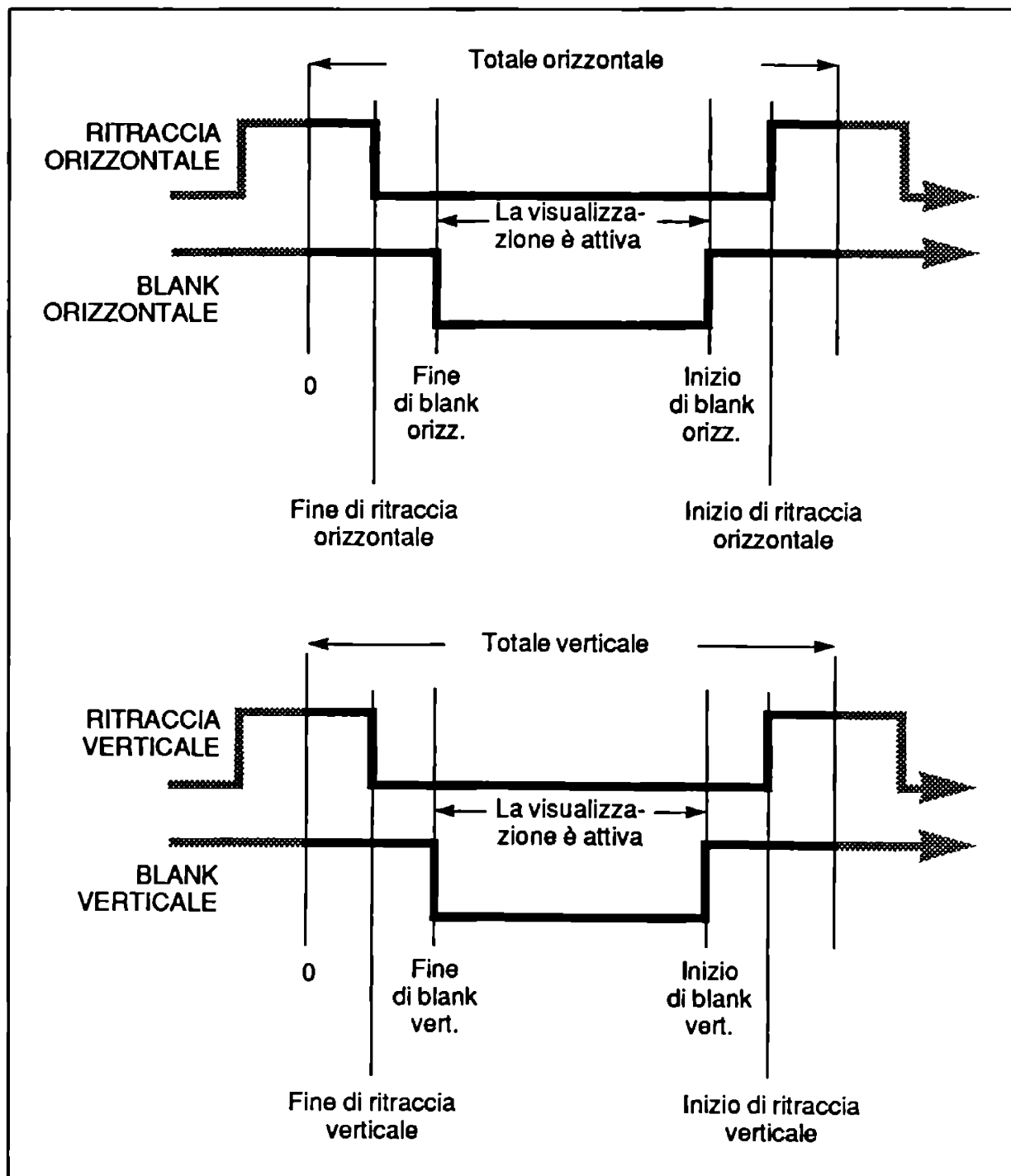
Figura 3-2. I segnali di temporizzazione del controllore CRT.

Sulla scheda EGA tutti i registri di temporizzazione CRT sono registri a sola scrittura.

Totale orizzontale (Indice 0) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	70h	5Bh	60h	60h	5Bh

Il valore a 8 bit contenuto in questo registro definisce il numero di clock di caratteri a 8 bit che costituiscono la scansione di una linea CRT orizzontale, compreso il blanking e la ritraccia. Per l'EGA, il numero di clock di caratteri per scansione è due volte il valore (a 8 bit) contenuto in questo registro aumentato di due, per la VGA è aumentato di cinque.

Fine di abilitazione video orizzontale (Indice 1) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	4Fh	4Fh	4Fh	4Fh	4Fh

Questo registro determina la lunghezza della frazione di abilitazione di visualizzazione di una scansione orizzontale (il periodo in cui il video non è cancellato). Esso definisce il numero di posizioni di caratteri visualizzati sullo schermo. Il numero complessivo di caratteri a 8 bit visualizzati per linea è il valore di questo registro (8 bit) aumentato di uno.

Inizio di blanking orizzontale (Indice 2) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	53h	56h	56h	56h	53h

Il valore a 8 bit contenuto in questo registro determina il punto all'interno di una scansione orizzontale in cui ha inizio il blanking.

Fine di blanking orizzontale (Indice 3) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	2Fh	37h	3Ah	1Ah	17h

Definizioni dei bit:

D7 - deve essere 0 per l'EGA, 1 per la VGA
D6 - D5 - Controllo dello skew di abilitazione del video
D4 - D0 - Fine blanking orizzontale

- **D4-D0:** Quando i 5 bit meno significativi del contatore dei caratteri orizzontali (contatore orizzontale) sono pari a questo valore, il blanking orizzontale ha termine.

- **D5, D6: lo skew di abilitazione del video** è utilizzato nel modo di testo per consentire il recupero dei dati da visualizzare dal generatore di caratteri all'inizio della linea, prima che sia abilitata la visualizzazione. Se il valore di skew è troppo basso, i caratteri sul bordo sinistro dello schermo possono andare perduti, mentre un valore troppo grande può causare la loro ripetizione sul bordo sinistro.

00 = nessuno skew
01 = clock dei caratteri con skew 1
10 = clock dei caratteri con skew 2
11 = clock dei caratteri con skew 3

Inizio di ritraccia orizzontale (Indice 4) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	5Fh	51h	51h	50h	50h

Questo valore a 8 bit definisce il punto all'interno di una scansione orizzontale in cui ha inizio l'impulso di ritraccia orizzontale.

Fine di ritraccia orizzontale (Indice 5) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	07h	5Bh	60h	E0h	BAh

Definizioni dei bit:

D7 - Inizio ad indirizzo di memoria dispari (solo EGA)
bit di Overflow di fine blanking orizzontale (solo VGA)
D6 - D5 - Ritardo di ritraccia orizzontale
D4 - D0 - Fine di ritraccia orizzontale

- **D7: l'inizio ad indirizzo di memoria dispari (solo EGA)** è utilizzato per il panning orizzontale su EGA con meno di 256K byte di memoria video, quando i piani di memoria sono concatenati. Uno zero in questo bit indica che il primo indirizzo di refresh del video è un indirizzo pari, uno zero indica un indirizzo dispari. Generalmente il bit assume valore zero.

- **D7: il bit di overflow di fine blanking orizzontale (solo VGA)** è il quinto bit del registro di fine blanking orizzontale.

- **D6, D5: il ritardo di ritraccia orizzontale** sfasa la ritraccia orizzontale rispetto all'abilitazione di visualizzazione, operazione richiesta in alcuni modi EGA.

00 = nessun ritardo
01 = clock dei caratteri con ritardo 1
10 = clock dei caratteri con ritardo 2
11 = clock dei caratteri con ritardo 3

- **D4, D0: la fine di ritraccia orizzontale**. Quando il numero rappresentato dai primi cinque bit del contatore di caratteri orizzontale eguaglia questo valore, la ritraccia orizzontale ha termine.

Totale verticale (Indice 6) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	04	6Ch	70h	70h	6Ch

Questo registro definisce il numero complessivo di scansioni orizzontali che si hanno durante una scansione verticale, compreso il blanking verticale e la ritraccia.

Sulla scheda EGA, si tratta di un registro a nove bit. Il nono è posto nel registro di overflow, mentre sulla VGA il registro di overflow presenta anche un decimo bit.

Registro di overflow (Indice 7) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	11h	1Fh	1Fh	1Fh	1Fh

Alcuni registri di temporizzazione CRT della scheda EGA sono di nove bit. Il registro di overflow è costituito dai bit che occupano la nona posizione degli altri registri (i più significativi). Nella VGA alcuni registri hanno anche un decimo bit.
In molti casi, il registro di overflow può essere ignorato. Esso viene inizializzato dal BIOS durante la selezione del modo. Sfortunatamente, c'è un solo bit nel registro di overflow (il bit di confronto fra linee) che può essere utile in alcune applicazioni. Occorre prestare molta attenzione quando si utilizza il registro di confronto fra linee che i valori di tutti gli altri bit non siano modificati. L'Appendice A-4 (i registri di default) può risultare utile per stabilire quali sono i valori opportuni che deve assumere il registro di overflow per i modi operativi standard non descritti in questa sede.

Definizioni dei bit:

D7 - Solo per VGA - Inizio di ritraccia verticale (bit 9)
D6 - Solo per VGA - Fine di abilitazione di visualizzazione verticale (bit 9)
D5 - Solo per VGA - Totale verticale (bit 9)
D4 - Confronto fra linee (bit 8)
D3 - Inizio di blanking verticale(bit 8)
D2 - Inizio di ritraccia verticale (bit 8)
D1 - Fine di abilitazione di visualizzazione verticale (bit 8)
D0 - Totale verticale (bit 8)

Per ulteriori informazioni sull'operazione di confronto fra linee si veda anche il registro di confronto fra linee - 18 hex in questo capitolo.

Inizio di ritraccia verticale (Indice 10H) ✳

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	E1h	5Eh	5Eh	5Eh	5Eh

Questo registro definisce il punto della scansione verticale in cui inizia la ritraccia verticale. Sull'EGA, è un registro a 9 bit, sulla VGA a 10 bit. I bit più significativi sono nel registro di overflow.

Fine di ritraccia verticale (Indice 11H) ✳

Oltre a determinare la fine della ritraccia verticale, questo registro controlla anche altre funzioni che possono essere utili per alcune applicazioni.

Definizioni dei bit:

D7 - Indice di protezione in scrittura 0-7 (solo VGA)
D6 - Frequenza di refresh alternativo (solo VGA)
D5 - Interruzione di abilitazione verticale (0 = abilitato)
D4 - Interruzione di azzeramento verticale (0 = azzerato)
D3 - D0 - Fine di ritraccia verticale

- **D7: solo su VGA**, l'indice di protezione in scrittura 0-7 può essere utilizzato per risolvere alcuni problemi di compatibilità tra le schede basate sul 6845 (MDA e CGA) e la VGA. Un uno nel registro di protezione in scrittura assicura che che il software scritto per il 6845 non arrechi danno ai contenuti degli altri registri. Molti prodotti EGA compatibili provvisti di modi di emulazione avanzata possiedono una funzione simile variamente realizzata.

- **D6: solo su VGA,** il bit di frequenza di refresh alternativo (solo VGA), se posto a uno, genera 5 cicli di refresh DRAM alla memoria video durante la ritraccia orizzontale invece che i normali tre cicli. Anche se non è spesso utilizzato, ciò può permettere alla scheda VGA di pilotare monitor più lenti (di frequenza di scansione orizzontale pari a 15,75 KHz).

- **D5: Uno zero nel bit di interruzione di abilitazione verticale** causa un'interruzione al processore sulla linea IRQ2 in ogni ritraccia verticale. Ciò può servire per creare un'interruzione precisa a 60 Hz (ad esempio nell'animazione). Una volta generata l'interruzione verticale, essa viene mantenuta fino a che non è riconosciuta, cosa che avviene scrivendo uno zero nel bit D4 (Azzeramento di interruzione verticale).

- **D4: Scrivendo uno zero nel bit di azzeramento di interruzione verticale** si cancella l'interruzione e si azzera il flag di interruzione verticale.

- **D3-D0: Fine di ritraccia verticale.** La ritraccia verticale ha termine quando i quattro bit meno significativi del contatore di scansioni orizzontali assumono questo valore.

Fine abilitazione della visualizzazione verticale (Indice 12H) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	C7h	5Dh	5Dh	5Dh	5Dh

Il valore contenuto in questo registro definisce il punto all'interno della scansione verticale in cui ha termine la visualizzazione verticale ed inizia il blanking. Per la scheda EGA, si tratta di un registro a nove bit, dove il nono è contenuto nel registro di overflow. Nella scheda VGA il registro di overflow contiene anche il decimo bit.

Inizio di blanking verticale (Indice 15H) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	E0h	5Eh	5Eh	5Eh	5Fh

Questo registro definisce il punto all'interno di una scansione verticale in cui ha inizio il blanking. Nella scheda EGA si tratta di un registro a nove bit in cui il bit più significativo è nel registro di overflow. Nella scheda VGA, questo registro è a dieci bit, dove il nono si trova nel registro di overflow e il decimo nel registro di massimo numero di linee di scansione (indice 9).

Fine di blanking verticale (Indice 16H) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	F0h	0Ah	6Eh	6Eh	0Ah

Nella scheda EGA, quando i 5 bit meno significativi del contatore di scansione orizzontale sono uguali ai 5 bit meno significativi di questo registro, il blanking verticale ha termine. Per la VGA, si confrontano i valori su tutti gli otto bit.

Registro di controllo del modo (Indice 17H) ✳ ➠

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	A3h	A3h	A3h	8Bh	8Bh

Il registro di controllo del modo comprende alcuni bit di controllo specifici dell'hardware che configurano i circuiti del controllore CRT per i vari modo operanti. Si dovrebbe evitare completamente l'uso di questo registro nel software applicativo.

Definizioni dei bit:

D7 - Reset hardware
D6 - Modo di indirizzamento parola/byte
D5 - Concatenazione degli indirizzi
D4 - Controllo dell'output
D3 - Frequenza doppia
D2 - Selezione della ritraccia orizzontale
D1 - Modo di compatibilità grafico CGA
D0 - Modo di compatibilità grafico Hercules

- **D7: Il bit di reset hardware** deve essere inizializzato a uno per abilitare la ritraccia orizzontale e verticale. Se assume valore zero, la ritraccia viene disabilitata.

- **D6: Il bit di modo di indirizzamento parola/byte** se posto a zero (parola) fa in modo che i bit di output del contatore degli indirizzi della memoria di refresh siano ruotati di un bit a sinistra. A seconda dello stato della rotazione degli indirizzi (D5) il bit meno significativo in output

Tabella 3-11. Modo a parola e modo a byte.

Output dei contatori		
Modo a byte	**Modo a parola (Rotazione = 0)**	**Modo a parola (Rotazione = 1)**
MA0	MA13	MA15
MA1	MA0	MA0
MA2	MA1	MA1
MA3	MA2	MA2
MA4	MA3	MA3
MA5	MA4	MA4
MA6	MA5	MA5
MA7	MA6	MA6
MA8	MA7	MA7
MA9	MA8	MA8
MA10	MA9	MA9
MA11	MA10	MA10
MA12	MA11	MA11
MA13	MA12	MA12
MA14	MA13	MA13
MA15	MA14	MA14

diviene il bit MA13 o MA15. La tabella 3-11 illustra l'effetto sul contatore degli indirizzi di memoria. Il modo di parola è utilizzato in alcuni modi CGA compatibili. Il bit di rotazione è inizializzato a zero per le schede EGA con solo 64K byte di memoria, mentre in tutti gli altri casi è inizializzato a uno.

- **D4: Il bit di controllo dell'output** deve essere posto a zero durante il normale funzionamento. Se posto a uno, le uscite del controllore CRT sono disabilitate. Questa situazione è utilizzata solo per test.

- **D3: se il bit di frequenza doppia** è posto pari a uno, il contatore degli indirizzi di memoria è sincronizzato con il clock dei caratteri, altrimenti il suo clock ha durata doppia.

- **D2: se il bit di selezione della ritraccia orizzontale** è zero il contatore totale verticale è sincronizzato in base alla ritraccia verticale. Se invece

ha valore uno, il sincronismo è con la ritraccia orizzontale. Questo bit può essere utilizzato per raddoppiare il numero di linee di scansione che la scheda può gestire, raddoppiando la risoluzione verticale.

- **D1: il bit relativo al modo di compatibilità grafico CGA**, se posto a zero, sostituisce il bit MA13 del contatore degli indirizzi con il bit 0 del registro di scansione di linea. Ciò raddoppia il mappaggio della memoria della scheda grafica CGA (si vedano le figure 2-13 e 2-14). Per ulteriori informazioni su questo argomento, si veda la sezione "I modi compatibili" del capitolo 1. Per una descrizione dei bit del registro di scansione di linea, si veda "I modi di testo" nel capitolo 2.

- **D0: il bit relativo al modo di compatibilità grafico Hercules**, se posto a zero, sostituisce il bit MA14 del contatore degli indirizzi con il bit 1 del registro di scansione di linea. Quando è abilitato il modo di compatibilità CGA, (vedere il punto precedente), ciò raddoppia il mappaggio della memoria della scheda grafica Hercules (si veda la figura 2-20).

I registri della configurazione video

I registri di questo gruppo sono più interessanti in quanto consentono di adattare il formato della visualizzazione dei dati.

Preset di scansione di linea (Indice 8) ➠

Valori di default: 00 per tutti i modi

Definizioni dei bit:

D7 - riservato (0)
D6, D5 - controllo di panning di un byte (solo EGA)
D4 -D0 - Preset di scansione di linea

- **D4-D0: il preset di scansione di linea** è utilizzato per lo scrolling dolce nel modo di testo, per consentire ai caratteri di scorrere verso l'alto o verso il basso di un pixel per volta (si veda la figura 3-3). Il registro
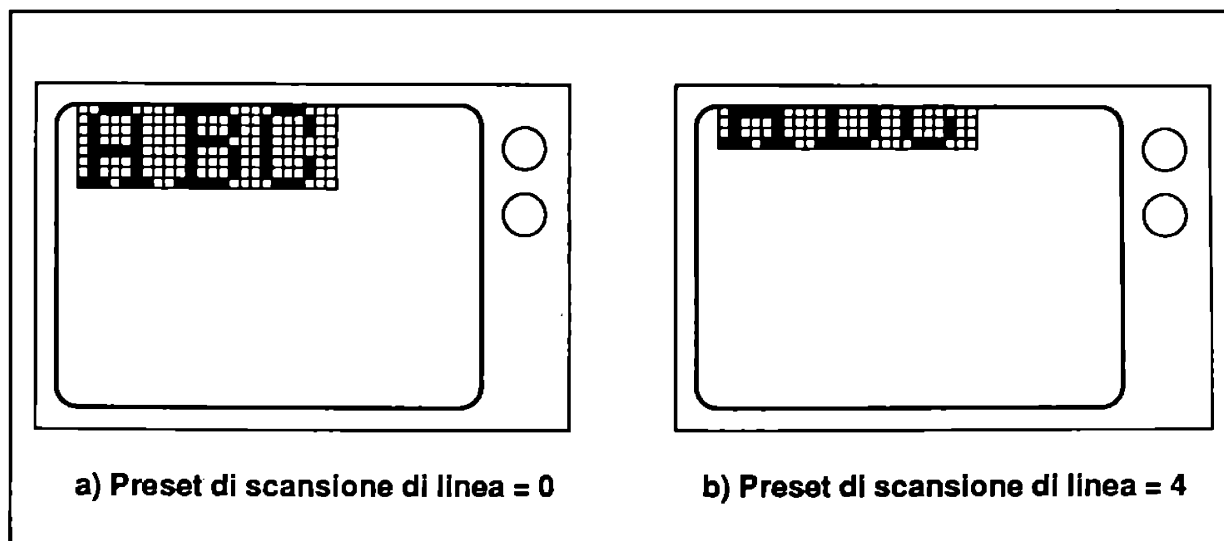
Figura 3-3. Il funzionamento del preset di scansione di linea.

definisce quale linea di scansione debba essere visualizzata per prima, e quindi fa in modo che i caratteri della linea in cima allo schermo compaiono solo parzialmente. Lo scrolling dolce è realizzato incrementando o decrementando il valore memorizzato in questo registro.

- **D6, D5: il controllo di panning di un byte** aumenta la capacità di panning orizzontale. Infatti il registro di panning orizzontale del controllore degli attributi può eseguire un panning orizzontale fino a 8 pixel. Oltre gli 8 pixel, il panning è ottenuto modificando il registro dell'indirizzo di inizio del controllore CRT. Anche se non è richiesto da nessun modo standard, l'hardware della VGA può operare in modi che prevedono il panning di 16 o 32 pixel, incrementando il contenuto del registro dell'indirizzo di partenza. I bit del controllo di panning dovrebbero permettere lo scrolling dolce in tali modi.

Massimo numero di linee di scansione/altezza dei caratteri (Indice 9)

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	07	0Dh	0Dh	00	00

La terminologia IBM chiama questo registro "massimo numero di linee di scansione", ma il nome "altezza dei caratteri" sarebbe più appropriato. Il massimo numero di linee indica il numero di linee di scansione per carattere,

che è anche pari all'altezza del carattere in pixel. È utilizzato solo per i modi di testo.

Definizioni dei bit:

D7 - Doppia scansione (solo VGA)
D6 - Nono bit del registro di confronto fra linee (solo VGA)
D5 - Nono bit del registro di inizio blanking verticale (solo VGA)
D4 - D0 - Massimo numero di linee di scansione

- **D7: Il bit di doppia scansione (solo CGA)** permette alla scheda VGA di utilizzare il software scritto per il modo CGA a 200 linee, visualizzando ciascuna linea due volte, per un totale di 400 linee, e aumentando così la qualità dell'immagine. Si noti che quando si impiega software CGA su VGA, il rapporto d'aspetto è differente.

  Nella scheda VGA, il nono bit del registro di confronto fra linee e dell'inizio di blanking verticale sono localizzati del registro di massimo numero di linee di scansione probabilmente perché non vi sono altri bit disponibili nel registro di overflow.

- **D6:Il bit 9 del confronto fra linee** è un bit di overflow proveniente dal registro di confronto fra linee (indice 18)

- **D5: il bit 9 di inizio del blanking verticale (solo su VGA)** è un bit di overflow proveniente dal registro di inizio del blanking verticale (indice 15)

- **D4-D0: Massimo numero di linee di scansione** definisce il numero di linee di scansione in un carattere, ovvero la sua altezza in pixel che risulta essere pari al valore rappresentato da questi bit aumentato di uno (si veda la figura 3-4).

Inizio del cursore (Indice 0Ah) ➠

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	06	0Bh	0Bh	00	00
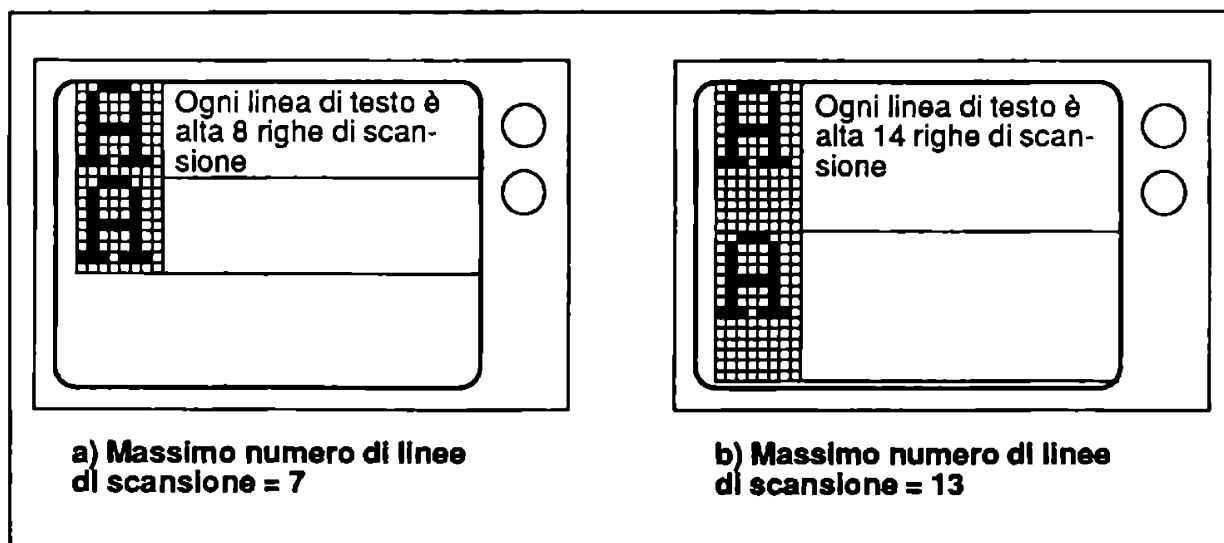
Figura 3-4. Il significato del massimo numero di linee di scansione.

Definizioni dei bit:

D7, D6 - Riservati (0)
D5 - Cursore disabilitato (solo VGA)
D4, D0 - Inizio del cursore

Uno dei pochi registri accessibili in lettura, il registro di inizio del cursore determina a quale linea di scansione il cursore deve iniziare. Assieme al registro di fine cursore, questo registro definisce la dimensione del cursore espressa in funzione di una griglia di carattere. Nella scheda VGA è stato aggiunto un bit per la disabilitazione del cursore. Un uno in questo bit disabilita la visualizzazione del cursore. Lo stesso risultato si ha nella scheda VGA se il valore del registro di inizio del cursore è maggiore di quello di fine del cursore, una condizione che invece causa risultati imprevedibili sulla scheda EGA.

Fine del cursore (Indice 0Bh)

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	07	0Ch	0Ch	00	00

Definizioni dei bit:

D7 - Riservato (0)
D6, D5 - Skew del cursore
D4 - D0 - Fine del cursore

Questo registro è l'analogo di quello di indirizzo 0Ah (inizio del cursore) ed è anch'esso accessibile in lettura e in scrittura. Determina la linea di scansione alla quale ha termine il cursore. Lo skew del cursore fornisce uno sfasamento relativo al clock di carattere ed è richiesto in alcuni modi EGA/VGA.

00 = nessuno skew
01 = skew 1 sul clock
10 = skew 2 sul clock
11 = skew 3 sul clock

Per ulteriori informazioni circa le dimensioni del cursore, si veda anche:

- Le funzioni BIOS di determinazione delle dimensioni del cursore (1) e Lettura della posizione del cursore (4), nel capitolo 4.
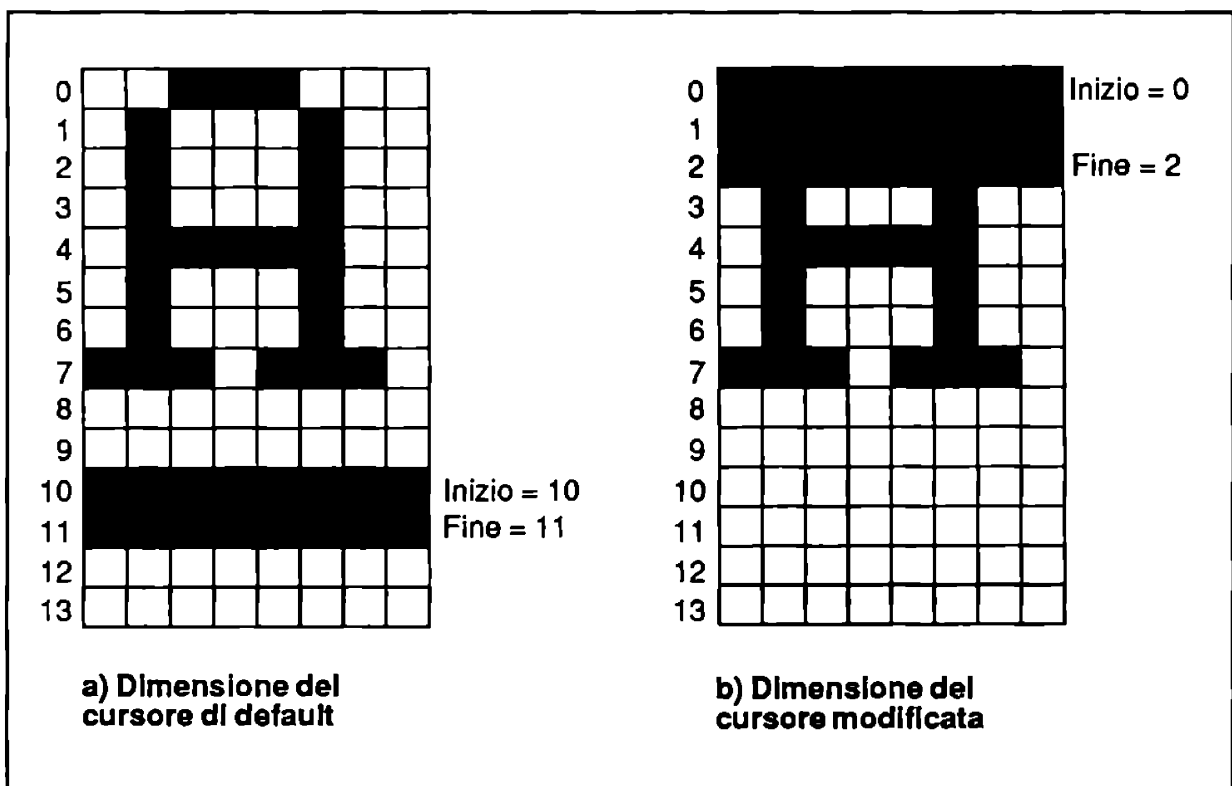
Figura 3-5. Come si determina la dimensione del cursore.
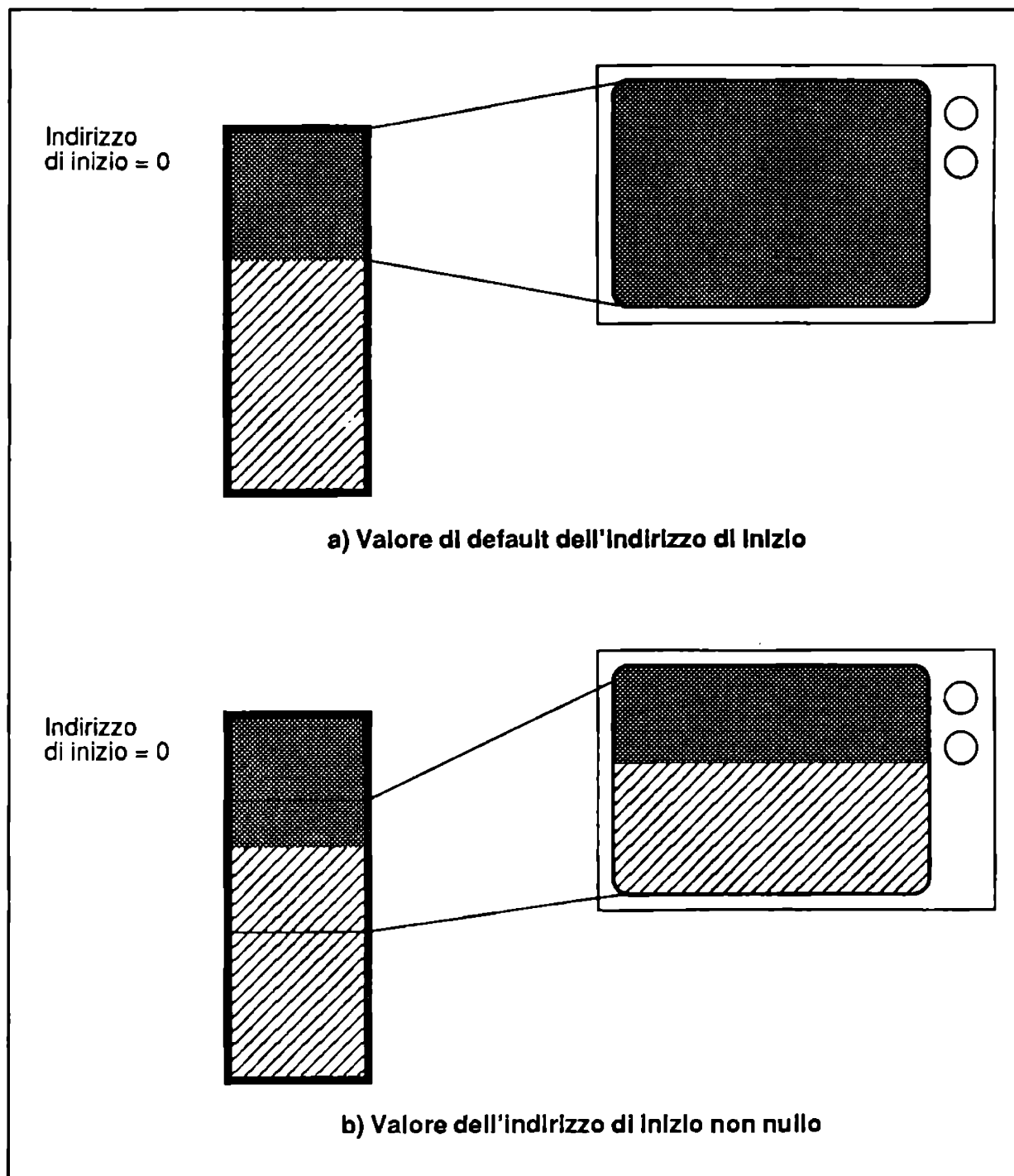
Figura 3-6. L'utilizzo dell'indirizzo di inizio.

Indirizzo di inizio (byte più significativo) (Indice 0Ch) ➠

Indirizzo di inizio (byte meno significativo) (Indice 0Dh)

Valori di default: 00 per tutti i modi

Si tratta di un registro a 16 bit che determina gli indirizzi in memoria video dei dati che vengono poi visualizzati sullo schermo nell'angolo superiore sinistro (posizione di inizio). Questo registro può essere utilizzato per eseguire il panning di un'immagine sullo schermo, oppure per scambiare il contenuto di pagine di memoria. Gioca inoltre un ruolo fondamentale nella finestrazione dello schermo (si veda il registro di confronto fra linee per ulteriori dettagli).

Per ulteriori dettagli sull'utilizzo dell'indirizzo di inizio, si veda anche:

- La funzione BIOS 5 di selezione di pagina attiva, nel capitolo 4.

Posizione del cursore (byte più significativo) (Indice 0Eh) ➠

Posizione del cursore (byte meno significativo) (Indice 0Fh)

Valori di default: nessuno

Questo registro a 16 bit accessibile in lettura e scrittura definisce la posizione del cursore sullo schermo. Quando l'indirizzo di memoria del refresh dello schermo è uguale al contenuto del registro della posizione del cursore, il cursore appare sullo schermo (si veda la figura 3-7).

Per ulteriori informazioni sulla determinazione del cursore, si veda anche:

- Le funzioni 2 e 3 BIOS, determinazione della posizione del cursore e lettura della posizione del cursore nel capitolo 4.

Registro della penna luminosa (byte più significativo) (Indice 10H)

Registro della penna luminosa (byte meno significativo) (Indice 11H)

Il registro della penna luminosa a sedici bit è un registro accessibile solo in lettura e disponibile solo su EGA. Esso memorizza l'indirizzo della memo-
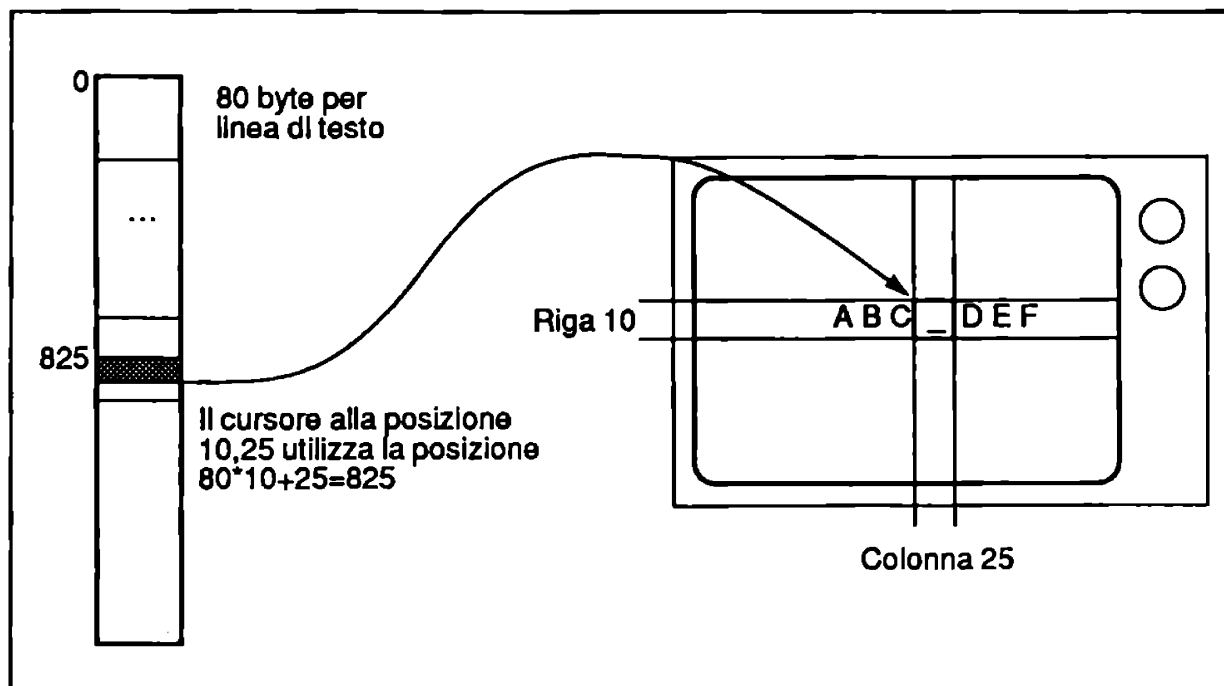
Figura 3-7. La determinazione della posizione del cursore.

ria video al quale viene compiuto un accesso per il refresh dello schermo quando la penna luminosa viene attivata, identificando quindi il punto dello schermo in cui si trova il fascio di elettroni. Ciò può servire per determinare la posizione fisica della penna luminosa.
L'interfaccia della penna luminosa sulla scheda EGA non è compatibile con quella della scheda CGA.

Offset/ampiezza dello schermo logico (Indice 13H) ➠

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	28h	28h	28h	14h	14h

La terminologia IBM prevede per questo registro il nome "registro di offset" (spiazzamento), ma sarebbe preferibile chiamarlo "registro dell'ampiezza dello schermo logico". Nei modi grafici definisce la distanza logica, in parola a 16 o 32 bit, tra due successive linee di scansione. In altri termini, se i dati per il refresh dello schermo per la linea di scansione n iniziano all'indirizzo di memoria m, i dati relativi alla linea n + 1 saranno all'indirizzo m + offset. Nei modi di testo, l'offset costituisce l'incremento logico tra due linee successive di caratteri.
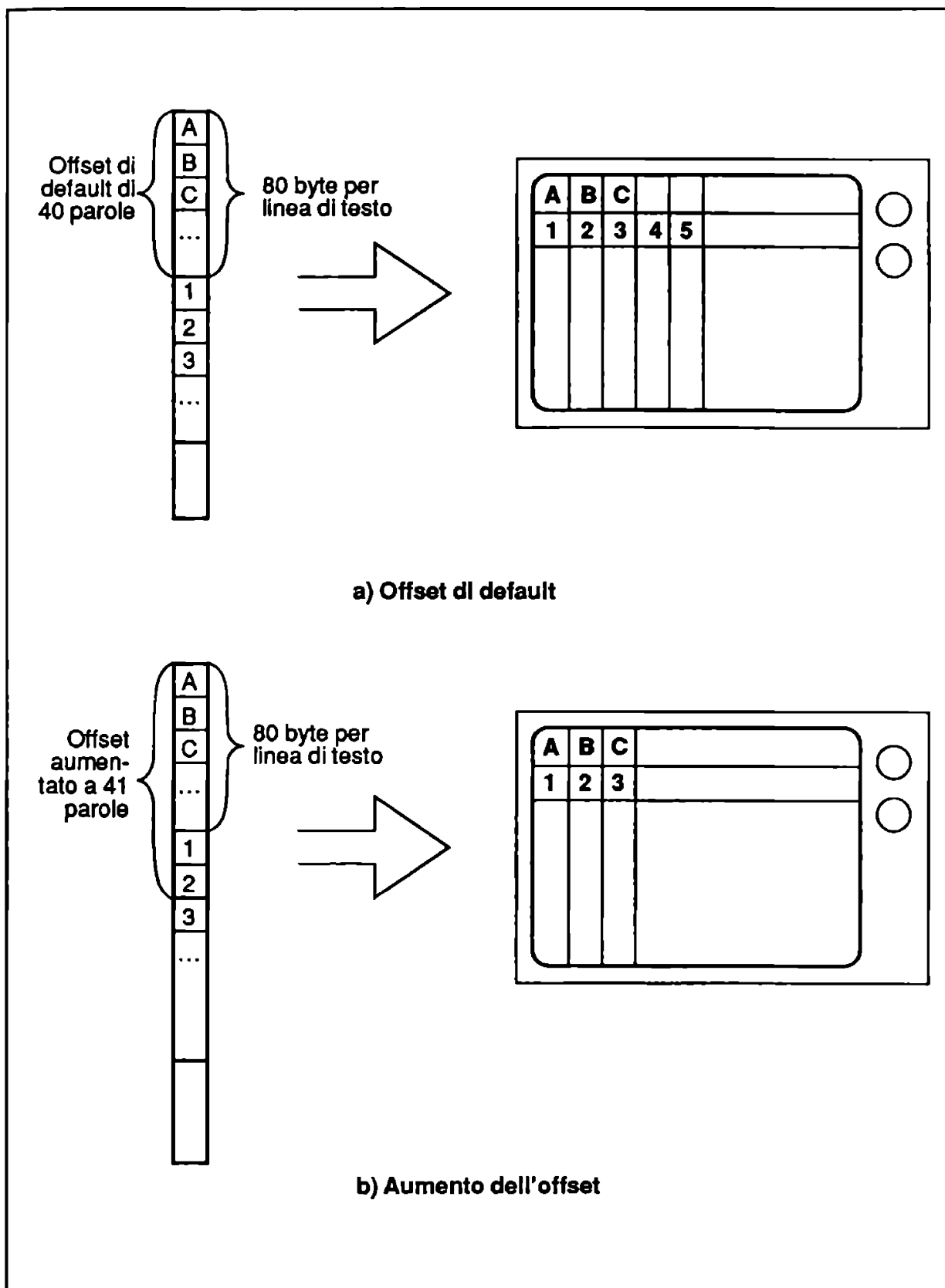
Figura 3-8. Il funzionamento del registro di offset.

In tutti i modi operativi standard, l'ampiezza dello schermo logico (offset) è uguale alle sue dimensioni fisiche. Per un modo a 80 colonne di testo o un modo grafico di 640 pixel, l'offset è pari a 40, mentre per un modo di testo a 40 colonne o uno grafico a 320 pixel, l'offset è pari a 20.
La ragione più comune che motiva una modifica del valore di offset è la necessità di creare uno spazio video che sia logicamente più grande dello schermo (per esempio, un formato di testo a 132 colonne utilizzerebbe un valore di offset pari a 66). La funzione di panning dell'hardware EGA può essere utilizzata per vedere le parti selezionate dell'immagine visualizzata.

Registro della posizione di sottolineatura (Indice 14H)

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	08h	0Fh	0Dh	0Dh	0Fh

Usato solo nel modo di testo, il registro della posizione della sottolineatura definisce quale linea della griglia del carattere deve essere accesa quando è attivo l'attributo di sottolineatura. Questo registro è inizializzato durante la realizzazione della funzione BIOS di selezione del modo a seconda della dimensione dello stile utilizzato.
La sottolineatura è disabilitata nei modi di testo standard a colori ponendo il contenuto di questo registro pari a un valore maggiore dell'altezza del carattere.
Nella scheda VGA, sono stati aggiunti due ulteriori bit a questo registro (bit di modo a doppia parola e bit di frequenza ridotta di quattro).

Definizioni dei bit:

D7 - riservato (0)
D6 - Modo a doppia parola (solo VGA)
D5 - Frequenza ridotta di quattro (solo VGA)
D4 - D0 - Posizione della sottolineatura

- **D6: Modo a doppia parola (solo VGA)** se posto uguale a uno, questo bit seleziona l'indirizzamento in memoria a doppia parola.

- **D5: Frequenza ridotta di quattro (solo VGA),** se posto a uno, questo bit fa in modo che il contatore degli indirizzi di refresh sia incrementato una volta ogni quattro colpi di clock, invece che a ogni colpo di clock.

- **D4-D0: Posizione della sottolineatura,** determina il numero della linea nella griglia del carattere dove viene visualizzata la sottolineatura.

Per i modi di testo standard, il BIOS disabilita l'attributo di sottolineatura, ponendo il valore del bit della posizione di sottolineatura pari al F (in esadecimale) che è maggiore del numero di linee di una griglia di carattere. Per abilitare l'attributo della sottolineatura nel modo di testo a colori, occorre riprogrammare il registro a un valore inferiore (7 per un video a 200 linee, 0Ch per un video a 350 linee).
Per sottolineare un carattere, l'attributo del carattere deve assumere i valori 01, 09, 81h o 89h.

Registro di confronto fra linee (Indice 18H) ★

Valori di default: FF per tutti i modi

Usato assieme al registro dell'indirizzo di inizio, quello del confronto fra linee fornisce uno strumento hardware per la finestrazione dello schermo. Quando il contatore di scansione orizzontale (il numero totale di scansioni orizzontali) raggiunge il valore contenuto nel registro di confronto fra linee, il contatore degli indirizzi di memoria di refresh viene azzerato. Ciò ha come effetto la suddivisione dello schermo in due finestre separate. Quella superiore visualizza i dati puntati dal registro dell'indirizzo di inizio, mentre quella inferiore contiene i dati che si trovano all'indirizzo zero della memoria video. È possibile eseguire lo scrolling della finestra inferiore usando il registro dell'indirizzo di inizio mentre la seconda finestra non viene modificata.
Sulla scheda EGA, il registro del confronto fra linee è a nove bit, in cui il più significativo è posto nel registro di overflow. Sulla VGA, si tratta invece di un registro a dieci bit e il decimo è contenuto nel registro di massimo numero di linee di scansione.
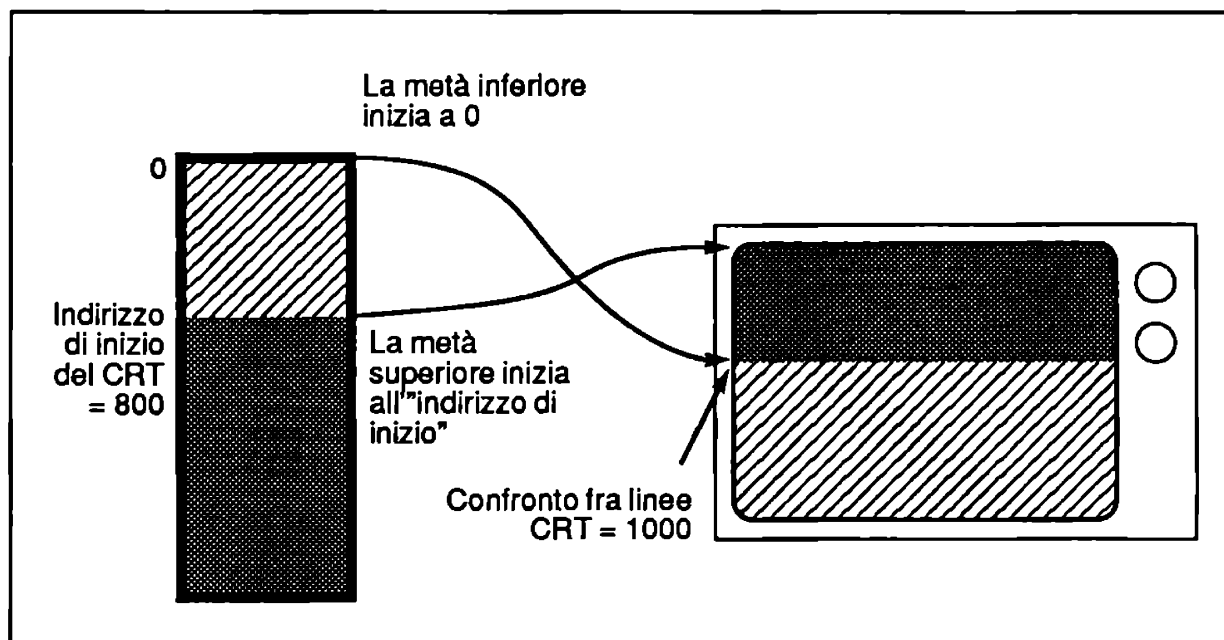
Figura 3-9. Il funzionamento del registro del confronto fra linee.

IL SEQUENZIALIZZATORE

Introduzione

Il sequenzializzatore controlla la completa temporizzazione di tutte le funzioni EGA ed esegue anche alcune operazioni di decodifica degli indirizzi di memoria. È controllato mediante cinque registri di output che sulla scheda EGA sono accessibili solo in scrittura, mentre sulla VGA lo sono anche in lettura. Questi cinque registri condividono due indirizzi di I/O (3C4 e 3C5). All'indirizzo 3C4 vi è un registro indice che è utilizzato per individuare il registro attivo, che contiene i dati in output all'indirizzo 3C5. La tabella 3-12 elenca i cinque registri del sequenzializzatore e i relativi valori assunti dal registro indice.

Il registro di reset (Indice 0) ✳

Valori di default: 03 per tutti i modi

Questo registro dovrebbe essere maneggiato con attenzione. Se viene posto nello stato di reset (inizializzazione), tutta la temporizzazione della scheda

Tabella 3-12. I registri di output del sequenzializzatore.

Indice (3C4)	Registro del sequenzializzatore (3C5)
00 ✳	Registro di reset
01 ✳	Modo del clock
02 ★	Abilitazione in scrittura dei piani di colore
03*< ★ ➠	Selezione del generatore di caratteri
04< ✳	Modo di memoria

✳ Indica un registro la cui modifica può essere pericolosa.
★ Indica un registro di particolare utilità.
➠ Indica una caratteristica della scheda EGA che opera in modo differente a seconda della capacità della memoria video.

* Questo registro è d'interesse solo nel caso in cui si utilizzano insiemi multipli di caratteri.

EGA si blocca (compreso il CRT). Se il registro rimane in queste condizioni per un periodo di tempo prolungato, può causare un danno al dispositivo video. Il processore non può accedere alla memoria video mentre il sequenzializzatore è nello stato di Reset. I bit D0 e D1 non dovrebbero assumere il valore uno durante le normali operazioni.

Definizioni dei bit:

D7 - D2 - riservati (0)
D1 - Reset sincrono
D0 - Reset asincrono

- **D0: uno zero nel bit di reset asincrono** blocca immediatamente il sistema e inizializza (reset) il sequenzializzatore. Ciò può provocare una perdita di dati nella RAM del video, che può ricevere l'interruzione a metà di un ciclo.

- **D1: uno zero nel bit di reset sincrono** blocca il sistema e inizializza (reset) il sequenzializzatore al termine del ciclo corrente, preservando quindi l'integrità dei dati nella RAM del video.

Si dovrebbe porre il sequenzializzatore in uno stato di reset sincrono prima di eseguire un accesso al registro del modo del clock.

Il registro del modo del clock (Indice 1)

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	01	01	00	05	05

Il registro del modo del clock configura i circuiti di temporizzazione del sequenzializzatore. Esso viene inizializzato dal BIOS durante l'operazione della selezione del modo. Generalmente non è necessario modificarlo via software.
Due bit di questo registro possono rivelarsi utili in alcuni casi ai programmatori; se si decide di utilizzarli, occorre fare attenzione a conservare i valori degli altri bit del registro.
Nota: prima di modificare il registro del modo del clock, il sequenzializzatore deve essere posto in uno stato di reset (si veda la precedente descrizione del registro di reset).

- **D5: Solo sulla scheda VGA, un uno nel bit di disabilitazione del video** esegue il blank dello schermo e consente alla CPU ospite un pieno accesso alla memoria video. Ciò minimizza il numero di stati di attesa che si verificano sul bus della CPU, che rallentano il processore e limitano il throughput. I segnali di sincronismo non vengono interrotti.

- **D1: Solo sulla scheda VGA, il bit del controllo di banda** controlla quanti cicli di memoria video vengono allocati al processore per le operazioni di disegno. Su dispositivi a bassa risoluzione (D1 = 1) si garantisce alla CPU ospite 3 dei 5 cicli disponibili. Su dispositivi ad alta risoluzione (D1 = 0), a causa dell'aumento dei dati richiesti per il refresh dello schermo, la CPU ha a disposizione solamente uno dei 5 cicli disponibili.

Se il processore ospite cerca di leggere o scrivere nella memoria video mentre si sta svolgendo un refresh del video, la scheda EGA forza il processore in uno stato di "aspetta il proprio turno" per accedere alla memoria. Gli stati di attesa del processore che ne risultano riducono il throughput (la velocità alla quale il sistema può eseguire una funzione) del sistema locale. Nella scheda EGA IBM nei modi di testo o in quelli grafici a bassa risoluzione la memoria video è occupata nell'esecuzione del refresh del video solo per il 40% del tempo, lasciando il rimanente 60% al processore.

Nei modi grafici ad alta risoluzione il refresh del video occupa la memoria per circa l'80% del tempo, lasciandola al processore per il restante 20%. La VGA, come molte schede della seconda generazione EGA compatibili, utilizza una migliore temporizzazione della memoria, che garantisce al processore ospite un maggiore accesso alla memoria riducendo il numero degli stati di attesa imposti al processore.

- **D0: un uno nel bit di clock (di carattere a 8/9 punti)** fa in modo che il clock del carattere sia ampio 8 punti (modo normale), mentre un uno seleziona un clock di carattere a 9 punti. Quest'ultimo caso si riferisce al modo di testo monocromatico dove i caratteri sono rapportati alle dimensioni di 9 punti per riempire lo schermo a 720 colonne.

Il registro di abilitazione in scrittura dei piani di colore (Indice 2) ★

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	03	03	03	0Fh	0Fh

Si tratta di un registro molto importante per le operazione grafiche di disegno. Esso controlla le abilitazioni di scrittura del processore di ciascun piano di colore. In ogni istante è possibile abilitare una qualunque combinazione dei piani. Selezionandoli opportunamente è possibile conservare sullo schermo particolari oggetti grafici o componenti di colore.

Definizioni dei bit:

D7 - D4 - riservati (0)
D3 - abilita in scrittura il piano 3 (1 = abilitato)
D2 - abilita in scrittura il piano 2 (1 = abilitato)
D1 - abilita in scrittura il piano 1 (1 = abilitato)
D0 - abilita in scrittura il piano 0 (1 = abilitato)
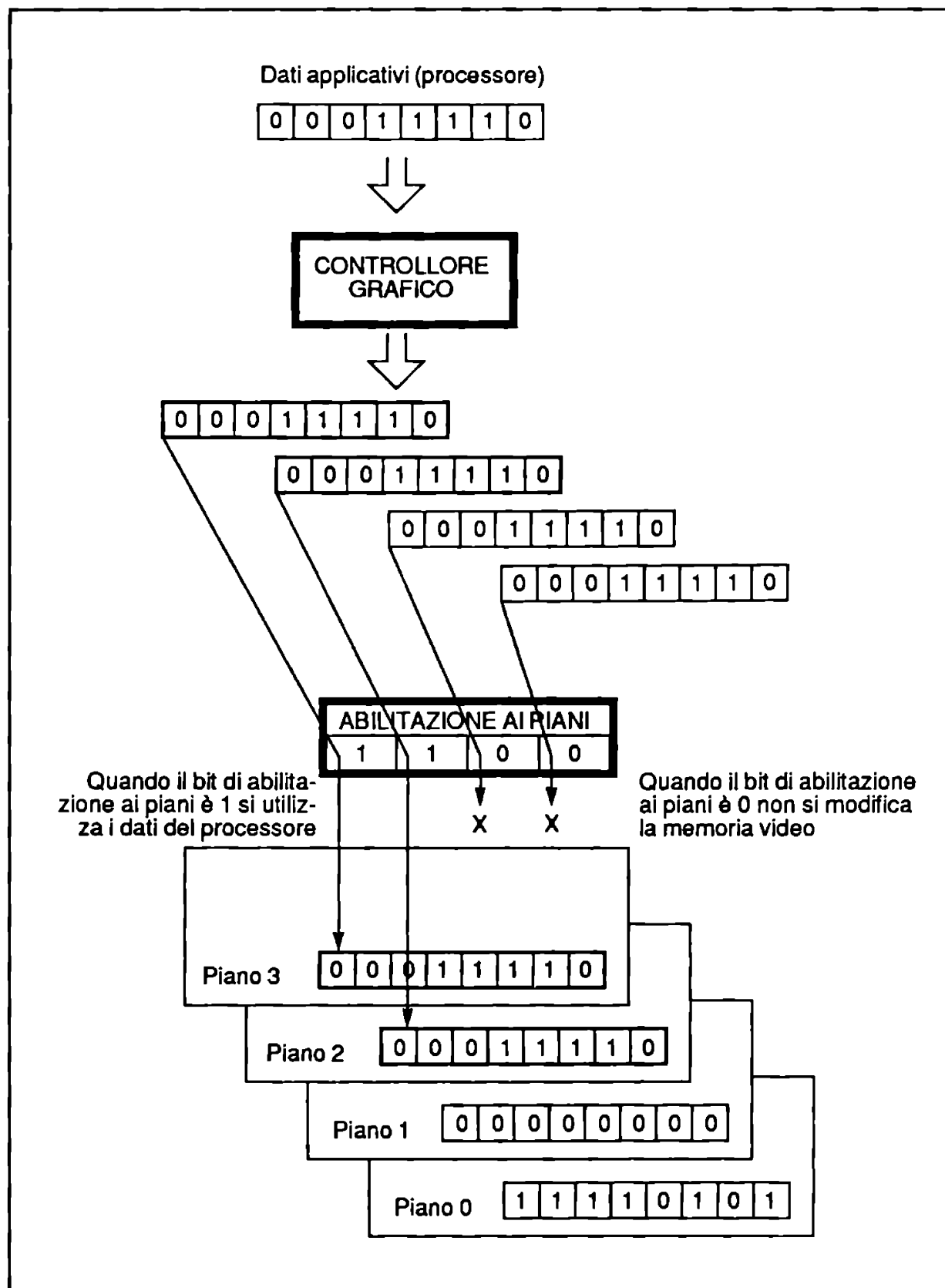
Figura 3-10. L'abilitazione in scrittura dei piani di colore.

Il registro di selezione del generatore di caratteri (Indice 3) ★ ➠

Valori di default: 00 per tutti i modi

Definizioni dei bit:

D7 - riservato (0)
D6 - riservato (0)
D5 - solo per VGA - selezione della tabella A di generazione di caratteri (bit più significativo)
D4 - solo per VGA - selezione della tabella B di generazione di caratteri (bit più significativo)
D3 - D2 - selezione della tabella A di generazione di caratteri
D1 - D0 - selezione della tabella B di generazione di caratteri

Questo registro è interessante se si utilizza più di un insieme di caratteri. Esso seleziona quale insieme di caratteri residente su RAM viene visualizzato. L'EGA può avere fino a 4 insiemi di caratteri caricati contemporaneamente nella RAM (8 per la VGA). Due insiemi vengono selezionati come attivi (l'insieme A e B). Se è necessario un solo insieme di caratteri, gli insiemi A e B possono avere gli stessi valori ed essere entrambi selezionati, fornendo in definitiva un solo insieme di caratteri.
Come è stato spiegato nel capitolo 2, quando sono attivi due insiemi di caratteri, il bit 3 di attributo del testo seleziona l'insieme di caratteri utilizzato (A o B). Ciò consente di visualizzare contemporaneamente fino a 512 caratteri. Prima di abilitare questa funzione, la funzione di intensificazione di primo piano del bit 3 dell'attributo del testo deve essere disattivata dal controllore degli attributi. Ciò avviene caricando nei primi 8 registri della tavolozza il contenuto dei secondi otto registri (si veda la descrizione relativa ai registri delle tavolozze in questo stesso capitolo).
Il metodo consigliato per la programmazione di questo registro è mediante la funzione BIOS 17 (si veda il capitolo 4). La tabella 3-13 illustra le configurazioni dei registri necessarie per abilitare ciascun generatore di carattere. Se ne è attivo uno solo, i valori programmati per la tabella A e B devono essere gli stessi.
Per utilizzare due insiemi di caratteri sono richiesti almeno 128K byte di memoria video, mentre 256K byte sono necessari per 4 insiemi. Il registro di selezione del generatore di caratteri possiede al suo interno un buffer in
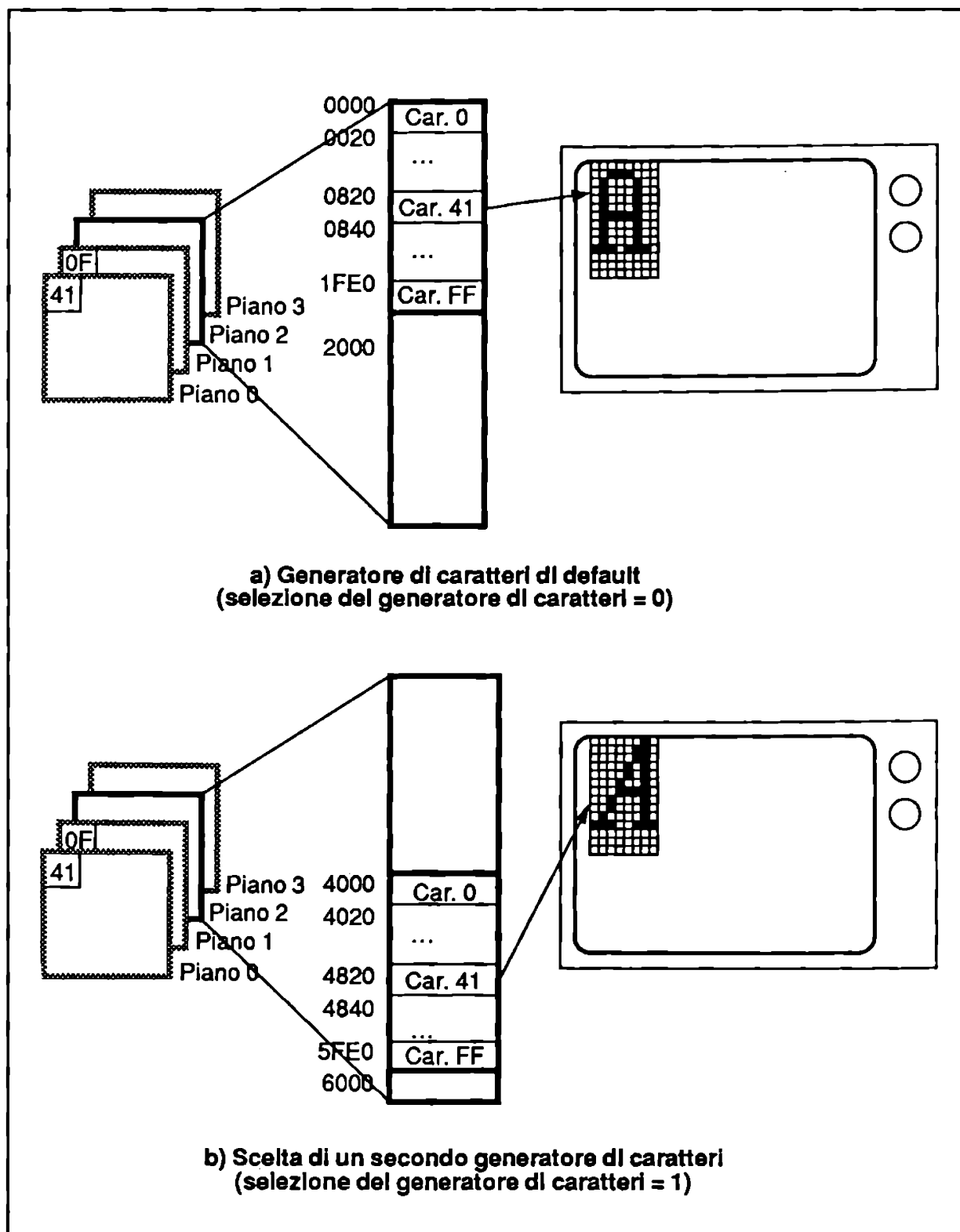
Figura 3-11. Il funzionamento della selezione del generatore di caratteri

modo che non si producano dei caratteri spuri a causa della modifica dinamica del suo contenuto durante un ciclo di refresh dello schermo.

Tabella 3-13. La scelta dei generatori di caratteri attivi.

D5 D3 D2 - usati con il bit 3 dell'attributo di testo a 1
D4 D1 D0 - usati con il bit 3 dell'attributo di testo a 0

0 0 0 - Tabella 1 dei caratteri
0 0 1 - Tabella 2 dei caratteri
0 1 0 - Tabella 3 dei caratteri
0 1 1 - Tabella 4 dei caratteri
1 0 0 - Tabella 5 dei caratteri (solo VGA)
1 0 1 - Tabella 6 dei caratteri (solo VGA)
1 1 0 - Tabella 7 dei caratteri (solo VGA)
1 1 1 - Tabella 8 dei caratteri (solo VGA)

Per ulteriori informazioni sui generatori di caratteri, si veda anche:

- La sezione dedicata ai generatori di caratteri e gli attributi dei caratteri nel capitolo 2.

- La funzione BIOS 17, caricamento di generatori di caratteri nel capitolo 4.

Il registro del modo di memoria (indice 4) ✳

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	03	03	03	00	00

Questo registro, inizializzato dal BIOS durante l'operazione di selezione del modo, è utilizzato dal sequenzializzatore per determinare la struttura della memoria per un determinato modo. Non è necessario modificarne il contenuto via software.

Definizioni dei bit:

D7 - D3 - riservati
D2 - Dispari/Pari
D1 - Memoria estesa
D0 - Modo di testo (solo per VGA)

- **D2: il bit di dispari/pari** deve essere zero nei modi di testo per permettere l'accesso degli indirizzi pari di memoria al piano di colore 0 mentre per quelli dispari al piano uno.

- **D1: sulla scheda originale EGA IBM**, come in altre schede compatibili, un uno nel bit della **memoria estesa** indica al sequenzializzatore che sono presenti più di 64K byte di memoria video. Possono sorgere problemi di compatibilità se si modifica via software questo bit.

- **D0: per l'EGA, il bit del modo di testo** deve essere posto a uno per abilitare le funzioni di scelta dei caratteri del modo di testo. Nella VGA, questo bit è generalmente posto a zero.

IL CONTROLLORE GRAFICO

Introduzione

Il controllore grafico si colloca sul flusso dei dati che va dalla memoria video al processore di sistema. Nel suo stato di default, è trasparente e i dati passano direttamente dal processore alla memoria. In altre configurazioni, il controllore grafico può garantire un supporto hardware agli algoritmi grafici di disegno eseguendo operazioni logiche sui dati che vengono letti o scritti dal processore.

I nove registri interni del controllore grafico condividono due indirizzi di I/O. All'indirizzo 3CE è mappato un registro indice utilizzato per selezionare un registro, a sua volta posto all'indirizzo 3CF e contenente i dati (si veda la tabella 3-14).

Sulla scheda originale EGA IBM, come in alcune schede EGA compatibili, sono utilizzati due indirizzi di I/O aggiuntivi (3CA e 3CC), impiegati solo durante l'inizializzazione e che non dovrebbero mai essere modificati via software. Prima di accedere per la prima volta ai registri del controllore grafico, occorre scrivere all'indirizzo 3CC il valore zero, mentre al 3CA il valore 1.

Un piano di colore dovrebbe essere abilitato in scrittura dal registro di abilitazione in scrittura dei piani di colore prima dell'esecuzione di una qualunque operazione di disegno. Il funzionamento del controllore grafico è riassunto nella figura 3-12.

Tabella 3-14. I registri del controllore grafico.

Indice (3CE)		Registro del controllore grafico (3CF)
00	★	Registro di set/reset
01	★	Registro di abilitazione set/reset
02	★	Registro di confronto fra colori
03	★	Selezione di funzione & rotazione di dati
04	★	Registro di selezione del piano in lettura
05		Registro del modo
06	✳	Registro di funzioni varie
07	★	Registro di disabilitazione del colore
08	★	Registro di maschera su bit

✳ Indica un registro la cui modifica potrebbe essere dannosa
★ Indica un registro di particolare utilità

Il registro di set/reset (Indice 0) ★

Valori di default: 00 per tutti i modi

Un nome più appropriato per questo registro potrebbe essere "registro del colore di riempimento": è infatti utilizzato per definire il colore di riempimento che deve essere utilizzato durante ogni operazione di scrittura nella memoria video (i dati provenienti dal processore vengono ignorati). Il modo set/reset è abilitato in modo indipendente per ciascun piano mediante il registro di abilitazione set/reset (indice 1, si veda più avanti).

Definizioni dei bit:

D7 - D4 - riservati (0)
D3 - dati di riempimento per il piano 3
D2 - dati di riempimento per il piano 2
D1 - dati di riempimento per il piano 1
D0 - dati di riempimento per il piano 0

La scrittura di un solo byte nella memoria video definisce 8 pixel riferibili a uno o più piani (a meno che si abilitata un'operazione di mascheramento su bit). Nel modo set/reset, tutti gli 8 pixel di ciascun piano vengono riempiti con i dati provenienti dal registro di set/reset. Il modo di scrittura deve essere
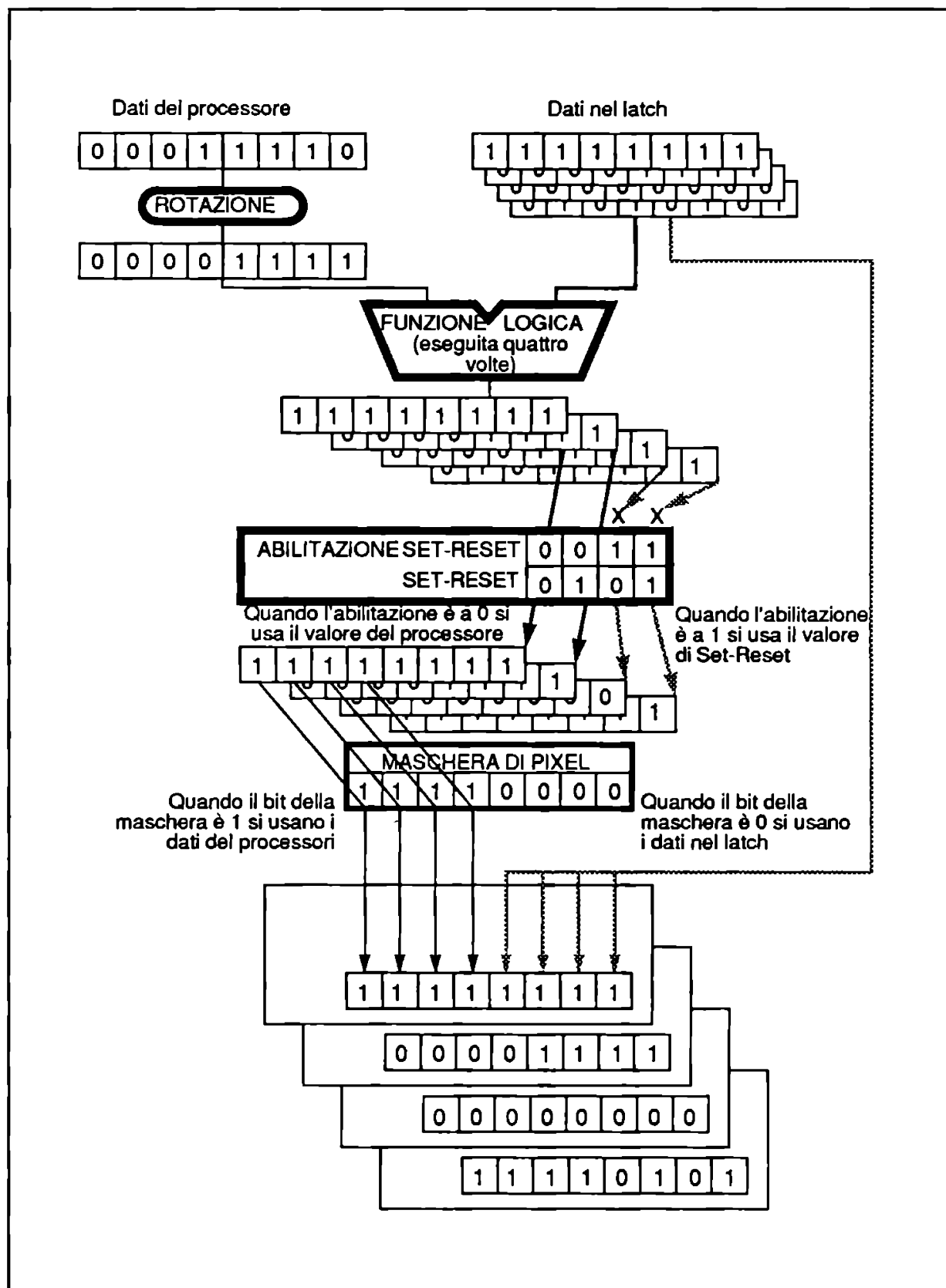
Figura 3-12. Il diagramma a blocchi del controllore grafico.

zero (si veda il registro del modo del controllore - indice 5). Il funzionamento dei registri di set/reset e di abilitazione set/reset è illustrato nella figura 3-13. È possibile proteggere dalla scrittura di un'operazione di set/reset i singoli bit della memoria usando il registro di maschera su bit (indice 8). Altre funzioni logiche (come la rotazione, l'and, l'or e l'exor) non hanno effetto sulle operazioni di set/reset. I piani che non sono abilitati per il set/reset ricadono sotto il normale controllo delle altre funzioni logiche.
Il registro di set/reset può essere utilizzato per riempire regioni dello schermo con un colore predefinito.

Registro di abilitazione set/reset (Indice 1)

Valori di default: 00 per tutti i modi

Il registro di abilitazione set/reset definisce quali piani di memoria ricevono i dati di riempimento dal registro di set/reset. I piani che risultano disabilitati per le operazioni di set/reset ricevono i dati provenienti dal processore come nel normale funzionamento.

Definizioni dei bit:

D7 -D4 - riservati (0)
D3 - abilita il set/reset per il piano 3 (1 = abilitato)
D2 - abilita il set/reset per il piano 2
D1 - abilita il set/reset per il piano 1
D0 - abilita il set/reset per il piano 0

Il registro di confronto fra colori (Indice 2) ★

Valori di default: 00 per tutti i modi

Il registro del confronto fra colori può essere utilizzato per implementare algoritmi di disegno e grafici che devono identificare e localizzare oggetti nella memoria video in base al loro colore. Senza l'impiego di questo registro, un ciclo di lettura dalla memoria video restituirebbe i dati su un solo piano di colore (quello correntemente selezionato mediante il registro di selezione del piano in lettura). Invece di leggere tutti i quattro piani di colore,
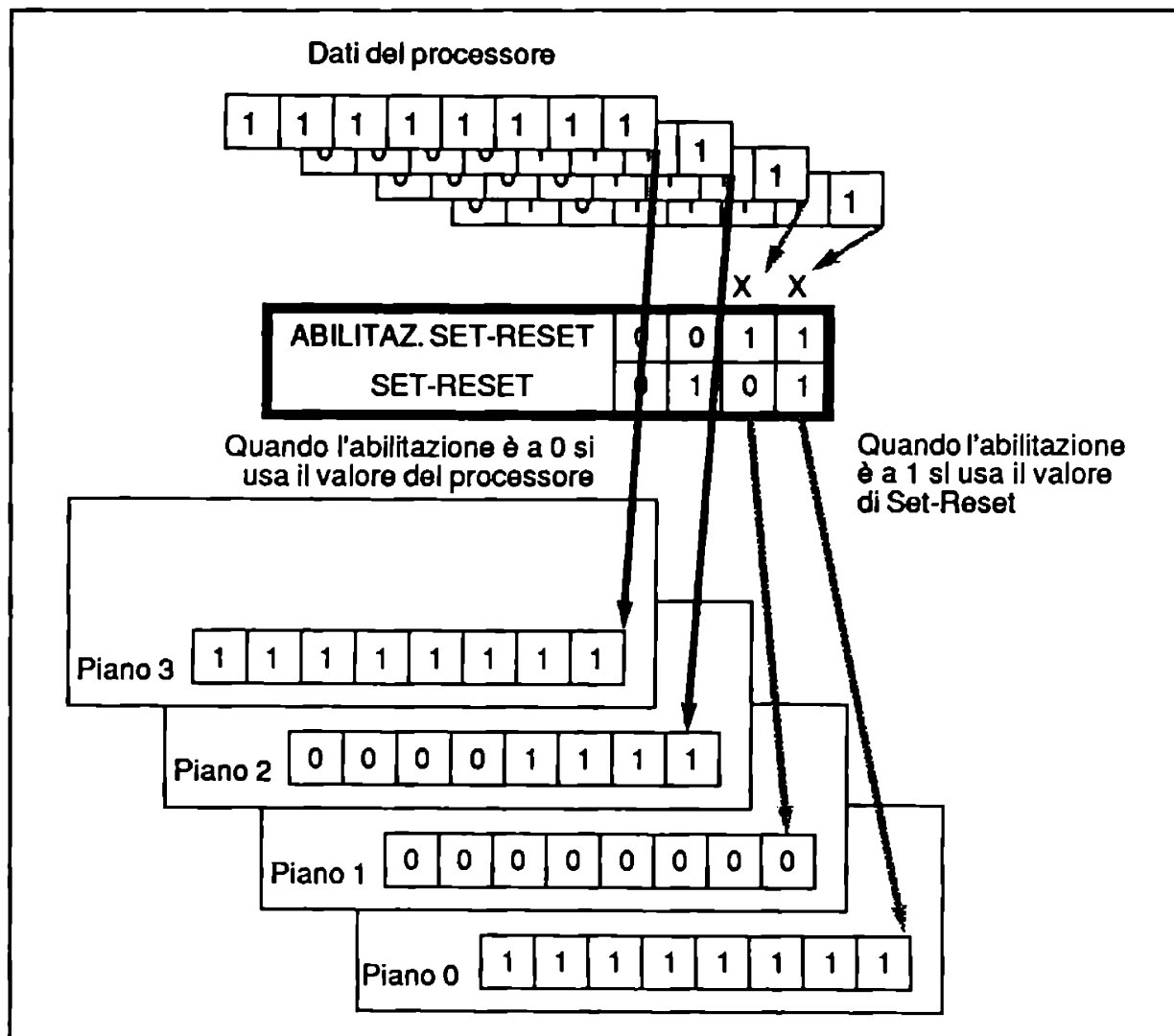
Figura 3-13. Funzionamento del set/reset

uno per volta, per determinare se è presente un determinato valore di colore, la funzione di confronto fra colori permette di confrontare i dati di tutti i quattro piani con un colore di riferimento in un solo ciclo di lettura della memoria video e di stabilire se i colori corrispondono per ogni pixel. Come risultato, per ogni posizione di bit, un 1 indica che il colore codificato nei dati presenti su tutti i 4 piani corrisponde al colore di riferimento.

La funzione di confronto di colore è abilitata dal registro del modo (si veda più avanti). Il suo funzionamento, assieme a quello del registro di disabilitazione del colore è mostrato nella figura 3-14.
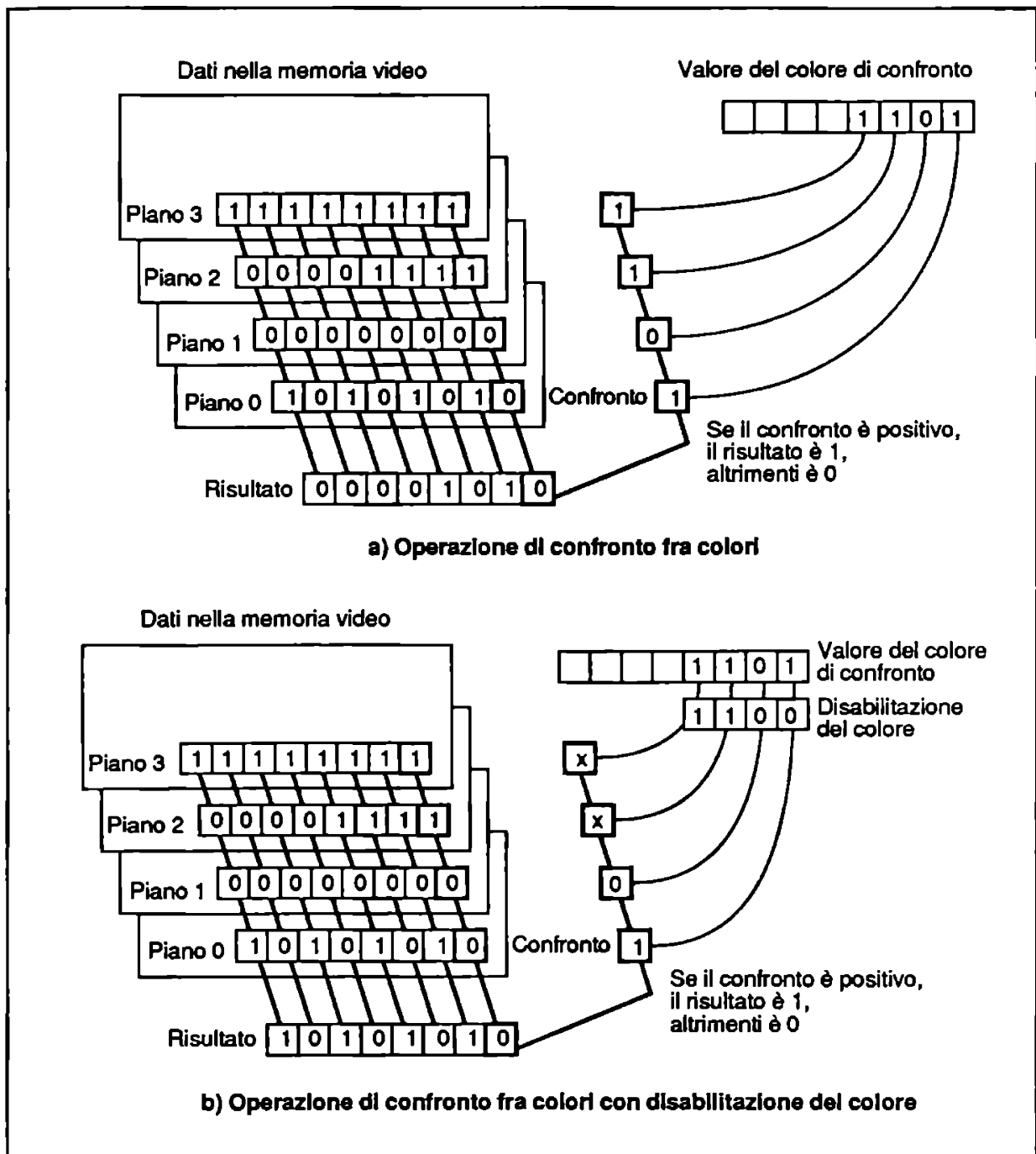
Figura 3-14. Il funzionamento dei registri di confronto fra colori e di disabilitazione del colore.

Definizioni dei bit:

D7 - D4 - riservati (0)
D3 - Valore del confronto fra colori per il piano 3
D2 - Valore del confronto fra colori per il piano 2
D1 - Valore del confronto fra colori per il piano 1
D0 - Valore del confronto fra colori per il piano 0

L'utilizzo della funzione di confronto fra colori per la ricerca dei contorni

La funzione di confronto fra colori è utilizzata comunemente nella ricerca dei lati di un poligono nella memoria grafica. Questa tecnica è utilizzata negli algoritmi di "propagazione da seme" e in quelli di "codifica run-length". Tali algoritmi devono essere in grado di ricercare il primo pixel a sinistra o a destra di un pixel dato e che differisca da quest'ultimo nel colore.
Per trovare un pixel che non sia di un dato colore, si realizzano successive operazioni di lettura usando la funzione di confronto fra colori per eseguire il raffronto con il colore voluto. Un valore letto diverso da FF (esadecimale) indica che i colori sono differenti. Ecco un esempio di ricerca di un contorno alla destra di un pixel:

```
... Caricamento del registro di modo del controllore e del
registro di disabilitazione del colore
... Caricamento nel registro DI dell'indirizzo di inizio del
pixel
... Caricamento del numero di byte per i quali eseguire la ricerca
nel registro CX

MOV  AL,0FFH          ; Si ricerca il bit zero
REPE SCASB            ; Ricerca del primo bit nullo (i colori non
                      ;  corrispondono)

... Lettura del nuovo contenuto del registro DI per calcolare
l'indirizzo del pixel (di bordo) dal colore differente
```

L'utilizzo della funzione di confronto fra colori per il riconoscimento di codici di caratteri nei modi grafici

Nei modi di testo è estremamente semplice leggere il codice di un carattere dalla memoria video: basta solo calcolare un indirizzo nel buffer video e il byte ottenuto contiene il codice del carattere. Nei modi grafici, come il modo F o 10, non è così semplice. Il calcolo dell'indirizzo non individua il codice del carattere. Quando un carattere viene scritto in memoria, una stessa matrice di 8x14 viene scritta in diversi piani di colore. Per leggere di nuovo il carattere, si deve leggere la matrice da uno di questi piani. Ma quale? A questo punto si rivela utile la funzione di confronto fra colori. Sapendo che il colore 0 (0 in tutti i piani dei colori) significa che nessun bit è stato scritto

in ognuno dei piani, si può dire che un valore non nullo indica che esiste un dato scritto almeno in un piano. Quindi per verificare la presenza di bit in almeno un piano, basta semplicemente eseguire un confronto con 0! Si esegue la lettura, mediante la funzione di confronto fra colori (confrontando con 0) di ciascuno dei 14 byte, uno per ogni linea di scansione raster. Se in tutti i piani c'è il valore 0, il confronto dà come risultato 1, mentre se esiste almeno un dato in uno dei piani, il risultato è 0. I 14 byte sono il valore negato della matrice del carattere. Per il riconoscimento del carattere basta negare i 14 byte e ricercare il valore ottenuto nel generatore di caratteri.

Il registro di selezione di funzione & rotazione di dati (Indice 3) ★

Valori di default: 00 per tutti i modi

Definizioni dei bit:

D7-D5 - riservati (0)
D4,D3 - Selezione di funzione
D2-D0 - Contatore di rotazione

Questo registro controlla due funzioni indipendenti: la rotazione e le funzioni logiche eseguite sui dati in scrittura.
I dati possono essere ruotati durante un ciclo di scrittura da 0 a 7 bit di posizione (come indicato nella tabella 3-15). Usando la maschera su bit, questa funzione fornisce un supporto hardware per alcune funzioni come il BITBLT (Bit Oriented Block Transfer, trasferimento di blocchi orientati al bit) che non rispettano la suddivisione in byte. Per abilitare la rotazione si deve selezionare il modo 0 di scrittura.
La selezione di funzioni fornisce un supporto hardware per la realizzazione di operazioni di lettura-modifica-scrittura nella memoria video. Ogni volta che il processore ospite esegue un ciclo di lettura della memoria video, i dati letti sono memorizzati in latch, il che consente di eseguire velocemente operazioni di lettura-modifica-scrittura, particolarmente utili nella visualizzazione o nella cancellazione del cursore e di sprite. Per abilitare le funzioni logiche occorre selezionare il modo in scrittura 0 o 2. Le funzioni sono elencate nella tabella 3-16.

Tabella 3-5. I bit per la rotazione.

D2	D1	D0	Rotazione a destra
0	0	0	Nessuna
0	0	1	1 bit
0	1	0	2 bit
0	1	1	3 bit
1	0	0	4 bit
1	0	1	5 bit
1	1	0	6 bit
1	1	1	7 bit

Tabella 3-16. I bit per la scelta delle funzioni.

D4 D3	Funzione
0 0	Scrive i dati senza modificarli
0 1	Scrive l'AND dei dati contenuti nei latch
0 1	Scrive l'OR dei dati contenuti nei latch
1 1	Scrive l'EXOR dei dati contenuti nei latch

Il registro di selezione del piano in lettura (Indice 4) ★

Valori di default: 00 per tutti i modi

Il registro di selezione del piano in lettura determina quale piano del colore è abilitato in lettura dal processore (eccetto che nel modo di confronto fra colori).

Definizioni dei bit:

D7-D2 - riservati (0)
D1,D0 - definiscono il piano di colore abilitato in lettura (0-3)

Il funzionamento della selezione in lettura durante un accesso in lettura del processore è illustrato nella figura 3-16.
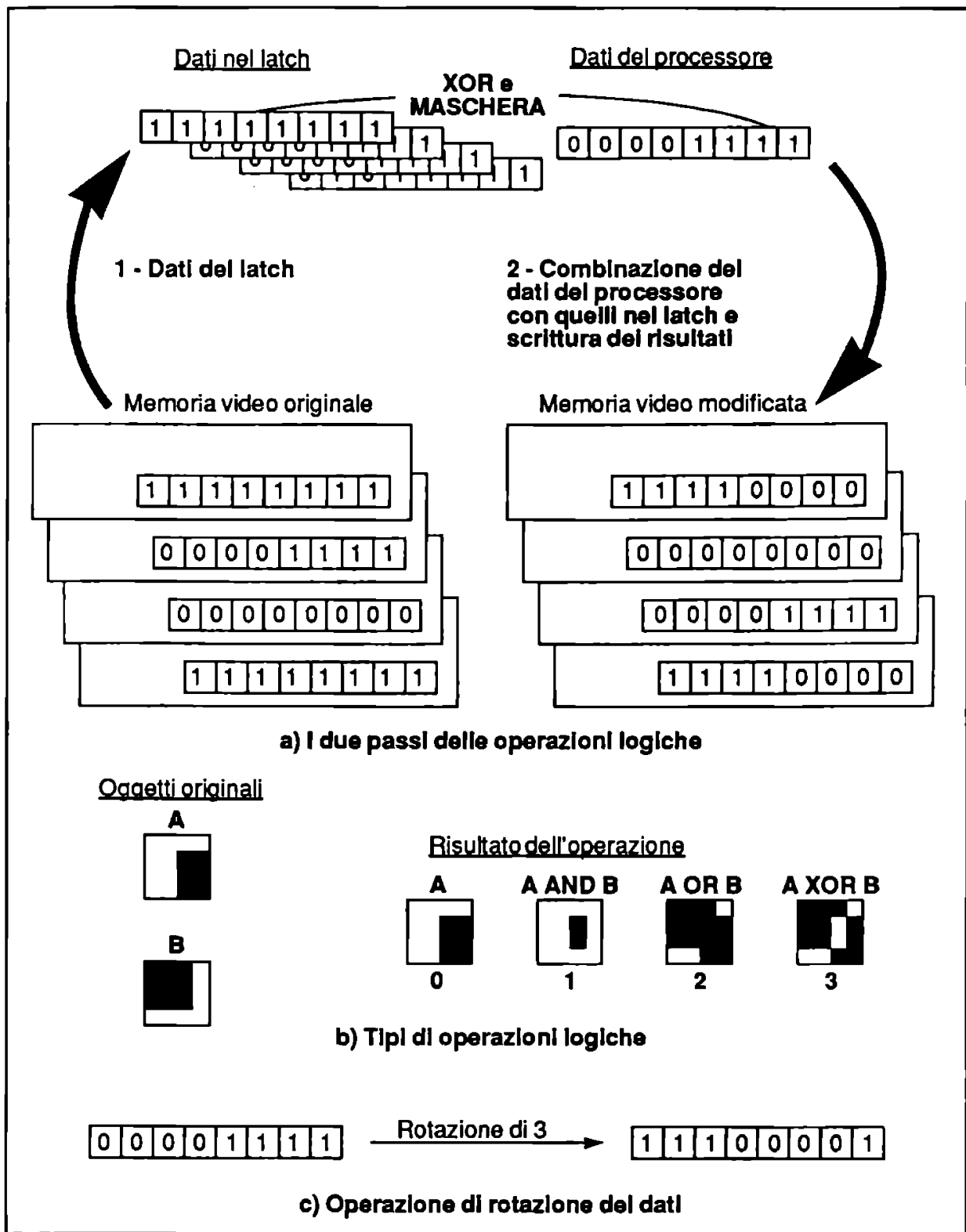
Figura 3-15. Le funzioni logiche e la rotazione dei dati.
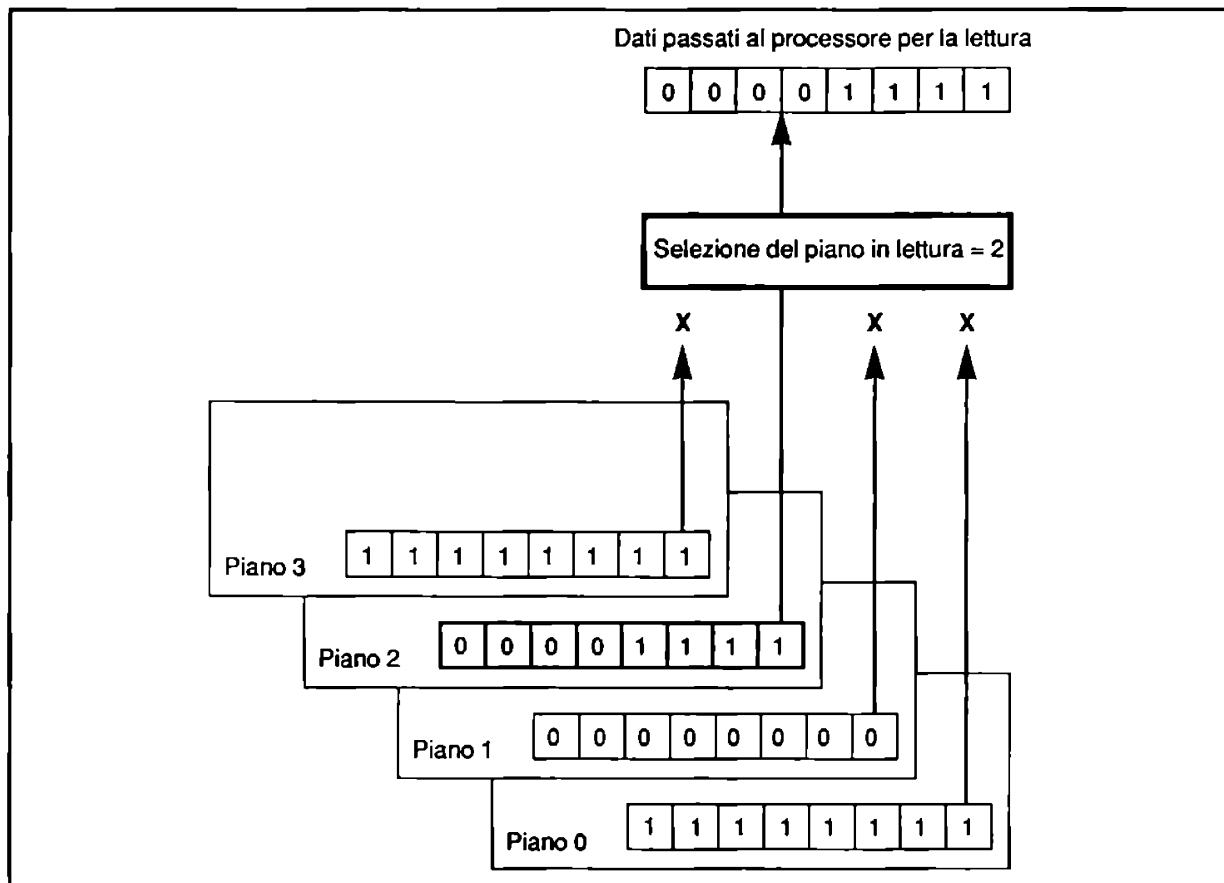
Figura 3-16. Il funzionamento della selezione di un piano abilitato in lettura.

Il registro del modo (Indice 5)

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	10h	10h	10h	10h	10h

La maggior parte dei bit del registro del modo non dovrebbero essere modificati dopo la loro inizializzazione da parte dell'operazione di selezione del modo BIOS. Tuttavia due campi risultano interessanti, quello del modo in scrittura, che può essere utilizzato per controllare la scrittura dei dati del processore in memoria e il campo dell'abilitazione del modo di confronto fra colori (si veda il registro di confronto fra colori).
Se il registro di modo viene modificato da un programma applicativo, si deve fare attenzione a conservare lo stato dei bit che vanno da D4 a D7, in caso contrario si può avere un danneggiamento del funzionamento operativo della scheda.

Definizioni dei bit:

D7 - riservato (0)
D6 - Modo a 256 colori (solo VGA)
D5 - Modo di registro a traslazione
D4 - Modo pari/dispari
D3 - Abilitazione del modo di confronto fra colori (1 = abilitato)
D2 - riservato (0)
D1,D0 - Modo in scrittura

- **D1,D0: i bit del modo in scrittura** selezionano il metodo corrente per la scrittura dei dati nei piani di memoria. Vi sono tre diversi modi in scrittura elencati nella tabella 3-17.

Tabella 3-17. I modi in scrittura.

0 0	Scrittura diretta del microprocessore (si possono applicare le operazioni di rotazione e di set/reset)
0 1	Utilizza come dati in scrittura il contenuto dei latch
1 0	Il piano di colore n (0-3) è riempito con il valore del bit n dei dati in scrittura del processore
1 1	Non utilizzato

Il modo in scrittura 0 (scrittura diretta) è il più utilizzato ed è lo stato di default del controllore grafico. Esso consente la scrittura diretta del processore nella memoria video, oltre all'utilizzo di altre funzioni come quelle di set/reset, la rotazione, il mascheramento su bit, l'AND, l'OR e l'EXOR.
Il modo in scrittura 1 (il contenuto dei latch del processore come dati in scrittura) può essere utilizzato per copiare rapidamente blocchi di dati da una locazione della memoria ad un'altra. Una lettura da parte del processore fornisce un byte di dati da ciascuno dei quattro piani di colore e la conseguente memorizzazione di 32 bit nei latch del processore. In seguito un'operazione di scrittura del processore nella memoria video riscrive tutti i quattro byte nella memoria a un diverso indirizzo (ammesso che tutti i quattro piani siano abilitati). L'istruzione MOVSB della famiglia di processori Intel 8086 può eseguire la stessa operazione in un tempo inferiore.
Il modo in scrittura 2 (Scrittura del piano n con il bit n), se utilizzato con il registro di maschera, può convertire una rappresentazione di un pixel a
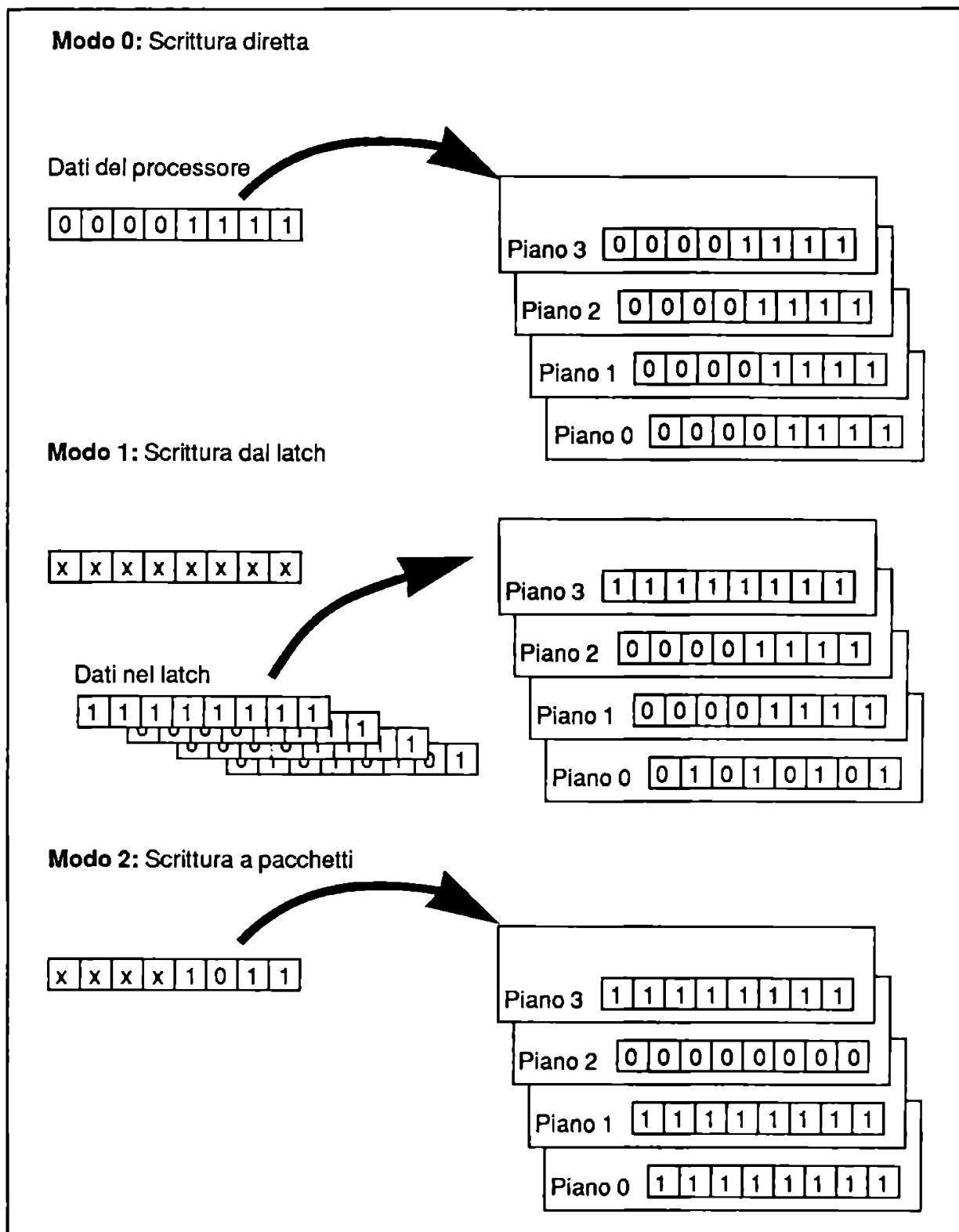
Figura 3-17. I modi di scrittura.

pacchetto in una rappresentazione planare e conseguentemente scriverla nei piani dei colori.

I tre tipi di modalità di scrittura sono illustrati nella Figura 3-17.

- **D6: Il modo a 256 colori (solo VGA)** modifica il funzionamento del controllore degli attributi VGA affinché si adatti al modo a 256 colori VGA.

- **D5: il modo di registro a traslazione** modifica il funzionamento del serializzatore dei dati affinché possa operare nei modi CGA 4 e 5, che utilizzano i pacchetti di pixel a due bit. Le operazioni che interessano i registri a traslazione devono essere modificate per permettere l'elaborazione di pixel a due bit.

- **D4: il bit del modo pari/dispari** deve essere inizializzato al valore opportuno per mappare indirizzi di memoria dispari nei piani dispari e indirizzi pari nei piani pari.

- **D3: il bit per l'abilitazione del modo di confronto fra colori (1 = abilitato)** seleziona il modo di lettura di confronto (per i dettagli, si veda il registro di confronto fra colori, indice 2).

Il controllore grafico sulle schede EGA/VGA prevede tre modi in scrittura, il modo 0 o scrittura diretta, il modo 1 o scrittura tramite latch e il modo 2 o scrittura di pacchetti di pixel. Anche se in molti casi le funzioni possono essere eseguite usando uno qualunque dei tre modi, esistono vantaggi specifici nell'utilizzo di un modo piuttosto che un altro in alcune funzioni.

Scrittura di un pixel:

I modi 0 e 2 sono utilizzati per la scrittura di un pixel. Il modo 0 è preferibile, dal momento che è il modo di default e non occorre ripristinare lo stato del controllore grafico dopo l'operazione di scrittura. Esistono due metodi d'impiego del modo 0: può servire per scrivere i dati provenienti dal processore nella memoria video, oppure per eseguire la funzione di set/reset. La funzione di set/reset permette la modifica contemporanea di tutti i piani, e risulta più veloce che un'operazione di scrittura del processore. In questo ultimo caso, sono necessarie due operazioni: l'azzeramento dei piani e la loro inizializzazione.

La scrittura di più pixel di un solo colore:

A questo scopo si utilizza il modo 0 e la funzione di set/reset, come si dovrebbe fare nella maggior parte degli algoritmi di disegno, come il tracciamento di linee, di curve o il riempimento di poligoni.

La scrittura di pixel consecutivi di colori differenti:

A questo scopo si dovrebbe usare il modo 2, preferibile al modo 0 perché non richiede il caricamento del registro di set/reset o del registro di abilitazione dei piani per ciascun pixel.

Copia da memoria a memoria:

Si dovrebbe utilizzare il modo 1 per trasferire i dati da una zona della memoria video a un'altra. Sfortunatamente ciò funziona solo per i trasferimenti allineati su byte (cioè dove si trasferisce un byte in un altro byte). Per esempio, questa soluzione funziona se si vuole muovere una linea di scansione di una riga più in basso, mentre non è applicabile al caso di traslazione di un pixel. Infatti nel secondo caso 8 pixel di un byte vengono divisi in modo che quelli più a destra vanno in un byte, mentre gli altri sono trasferiti in un altro byte.

L'istruzione REP MOVSB può essere utilizzata per trasferire i dati molto velocemente in questo modo. Tuttavia è bene non utilizzare l'istruzione REP MOVSB nel modo 1. Infatti in questa istruzione il processore esegue due operazioni di lettura seguite da due scritture. I dati della seconda lettura vengono memorizzati nei latch prima della prima scrittura, quindi i dati provenienti dalla prima lettura sono perduti. L'istruzione MOVSB può essere utilizzata senza alcun problema.

La copia di dati dalla memoria di sistema alla memoria video:

Alcuni programmi, come ad esempio Window di Microsoft, conservano dati "a colori" relativi a più piani (per esempio i dati relativi agli stili e alle

maschere di menù) in quattro banchi di memoria di sistema, uno per ciascun piano. La copia di dati di questo tipo nella memoria video è più efficiente se eseguita con il modo 0 e la selezione di piani (non il set/reset).

Utilizzo della rotazione via hardware o delle funzioni logiche:

Se si utilizza la rotazione via hardware o le funzioni logiche, si dovrebbe impiegare il modo 0, in quanto queste caratteristiche non sono previste nel modo 1 e 2.

Il registro di funzioni varie (Indice 6) ✳ ➠

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	0Eh	0Eh	0Ah	07	05

Il registro di funzioni varie non dovrebbe essere normalmente modificato dopo la sua inizializzazione da parte dell'operazione di selezione del modo BIOS.

Definizioni dei bit:

D7 - D4 - riservati (0)
D3 - D2 - Selezione dell'indirizzo in memoria
D1 - Concatenazione e mappaggio pari e dispari
D0 - Abilitazione grafica

- **D3, D2: il bit di selezione dell'indirizzo in memoria** seleziona l'intervallo degli indirizzi in memoria nei quali viene mappata la memoria video della scheda EGA nei confronto del processore ospite. Questo valore è inizializzato dal BIOS durante l'operazione di selezione del modo, e generalmente non è necessario cambiarlo. Una sua modifica può causare conflitti d'indirizzamento con altri dispositivi video oppure un errato funzionamento di alcune funzioni BIOS.

- **D1: il bit di concatenazione e mappaggio pari e dispari** è utilizzato in alcuni modi nelle schede EGA che hanno solo 64K byte di memoria

Tabella 3-18. Selezione degli indirizzi in memoria.

D3 D2	Intervallo di indirizzamento
0 0	Da A0000 a BFFFF
0 1	Da A0000 a AFFFF
1 0	Da B0000 a B7FFF
1 1	Da B8000 a BFFFF

video. Se assume il valore uno, i quattro piani di memoria a 16K byte sono concatenati assieme in due piani di 32K byte. Per le schede con più di 64K byte di memoria video, questo bit dovrebbe essere sempre inizializzato a zero.

- **D0: il bit di abilitazione grafica** deve essere posto a zero per i modi di testo e ad uno per quelli grafici. Questo bit abilita i latch degli indirizzi per il generatore di caratteri.

Per ulteriori informazioni sulla selezione degli indirizzi di memoria, si veda anche:

- Il mappaggio in memoria nella tabella 3-3 all'inizio di questo capitolo.

Il registro di disabilitazione del colore (Indice 7) ★

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	00	00	00	0Fh	0Fh

Il registro di disabilitazione del colore è utilizzato assieme al registro del modo del confronto fra colori. Esso maschera determinati piani in modo che non vengono presi in considerazione durante i cicli di confronto fra i colori.

Definizioni dei bit:

D7-D4 - riservati (0)
D3 - disabilitato il confronto sul piano 3
D2 - disabilitato il confronto sul piano 2

D1 - disabilitato il confronto sul piano 1
D0 - disabilitato il confronto sul piano 0

Per ulteriori informazioni sull'operazione di confronto dei colori, si veda anche il confronto fra colori in questa sezione.

Il registro di maschera su bit (Indice 8) *

Valori di default: 00 per tutti i modi

Definizioni dei bit:

D7 - mascherato il bit 7 dei dati
D6 - mascherato il bit 6 dei dati
D5 - mascherato il bit 5 dei dati
D4 - mascherato il bit 4 dei dati
D3 - mascherato il bit 3 dei dati
D2 - mascherato il bit 2 dei dati
D1 - mascherato il bit 1 dei dati
D0 - mascherato il bit 0 dei dati

Il registro di maschera su bit (indice 8) è utilizzato per mascherare alcune posizioni di bit in modo che non vengano modificati durante i cicli di lettura-modifica-scrittura. Tuttavia occorre notare che il registro di maschera su bit non implementa un vera operazione di mascheratura su bit e dovrebbe essere utilizzato molto attentamente per evitare risultati non desiderati.
Un valore nullo in un particolare bit del registro di maschera significa che durante un'operazione di scrittura da parte del processore nella memoria video i dati per quella posizione di bit vengono presi dai latch del processore e non dalle sue uscite. Per questa ragione, affinché funzioni un'operazione mascherata, i latch del processore devono essere opportunamente caricati mediante un'operazione di lettura precedente quella di scrittura. Per questa ragione l'operazione di mascheratura è un processo in due tempi: dapprima si devono memorizzare i dati originali nei latch, quindi si scrivono i nuovi dati. Il secondo passo è illustrato nella figura 3-18.
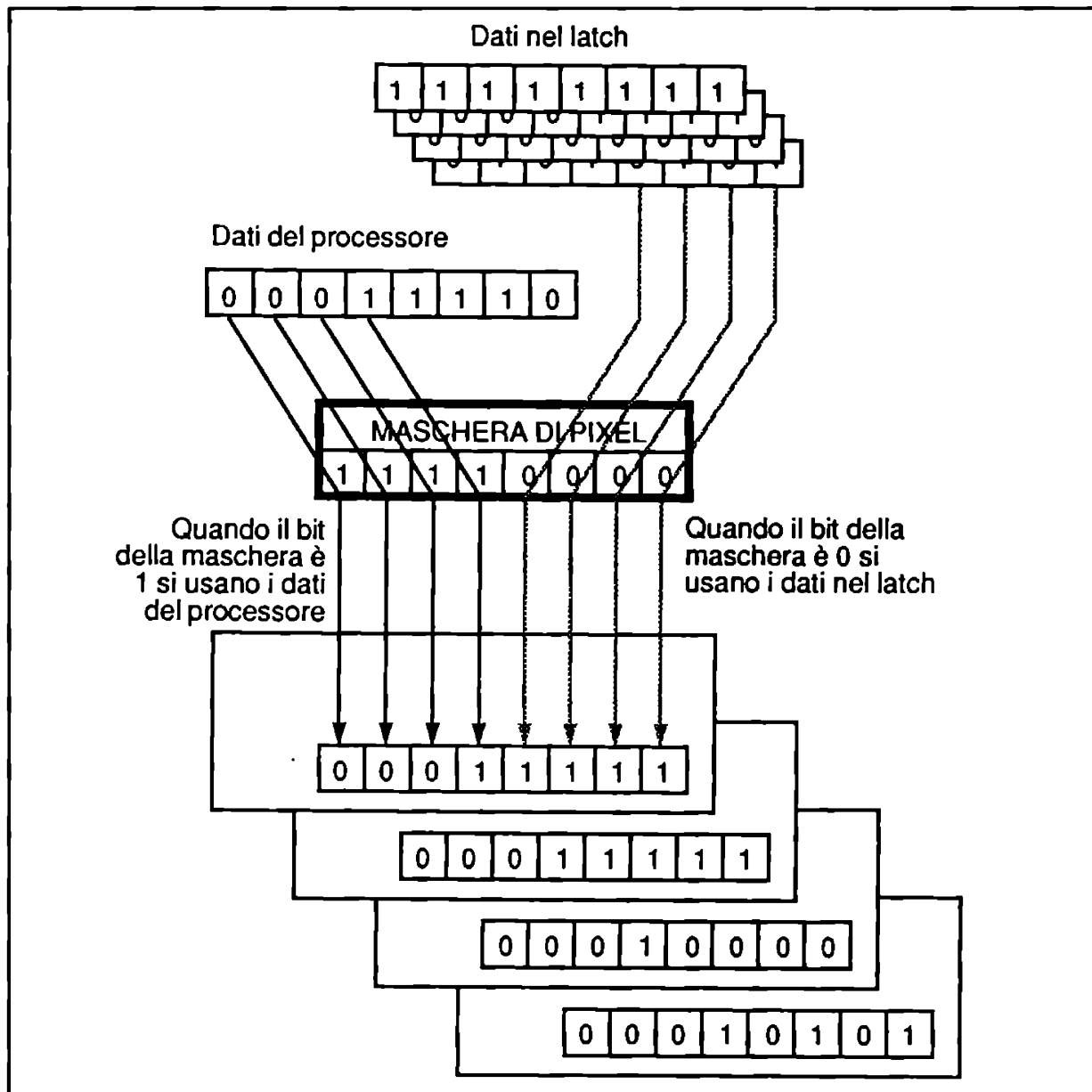
Figura 3-18. Il funzionamento del registro di maschera su bit.

IL CONTROLLORE DEGLI ATTRIBUTI E IL DAC VIDEO

Introduzione

Il controllore degli attributi, come indica lo stesso nome, controlla gli attributi dell'immagine visualizzata. In alcuni modi operativi, l'unico attributo che deve essere gestito è il colore, mentre in altri vi è anche la luminosità o la sottolineatura dei caratteri.

Internamente, il controllore degli attributi è costituito da venti registri di uscita che condividono un unico indirizzo di I/O. Il meccanismo che associa un registro a un indirizzo differisce notevolmente da quello utilizzato dagli altri moduli EGA che vede l'impiego di un registro indice e quello dei dati mappati ad indirizzi di I/O diversi. Nel controllore degli attributi il registro indice e quello dei dati sono mappati allo stesso indirizzo 3C0 HEX, ove i cicli di scrittura si alternano tra i due registri. Un flip-flop interno, abilitato durante i cicli di scrittura, seleziona alternativamente il registro indice e quelli dei dati. Esso può essere inizializzato eseguendo un'operazione di lettura di I/O all'indirizzo 3BA (in un modo monocromatico) o 3DA (in un modo a colori). Dopo l'inizializzazione, il primo ciclo in scrittura all'indirizzo 3C0 viene direzionato al registro indice del controllore degli attributi. Sulla scheda VGA le uscite del controllore degli attributi pilotano il DAC (Digital to Analog Converter, ovvero il convertitore digitale analogico) video, che converte le informazioni binarie relative ai colori in tensioni analogiche destinate al video analogico VGA. Il circuito del DAC video comprende anche una Look-up Table che espande la tavolozza dei colori dai 64 possibili colori dell'EGA ai 256 della VGA.

Il controllore degli attributi

Il registro indice

D7 - riservato (0)
D6 - riservato (0)
D5 - Indirizzo sorgente della tavolozza
0 = la tavolozza può essere modificata, lo schermo è disabilitato
1 = lo schermo è abilitato, la tavolozza non può essere modificata
D4-D0 - Indirizzo del registro (0-13H)

- **D0-D4: I bit del registro indice** (Indirizzo del registro) selezionano quale dei venti registri interni del controllore degli attributi verrà indirizzato nel successivo ciclo di scrittura di I/O.

- **D5: Il bit D5 del registro indice (indirizzo sorgente della tavolozza)** seleziona se i registri della tavolozza dei colori del controllore degli attributi devono essere indirizzati dal registro indice (per le operazioni di

Tabella 3-19. I registri del controllore degli attributi.

Indice (3C0)		Registro del controllore degli attributi (3C0)
00		Registro 0 della tavolozza dei colori
01		Registro 1 della tavolozza dei colori
02		Registro 2 della tavolozza dei colori
03		Registro 3 della tavolozza dei colori
04		Registro 4 della tavolozza dei colori
05		Registro 5 della tavolozza dei colori
06		Registro 6 della tavolozza dei colori
07		Registro 7 della tavolozza dei colori
08		Registro 8 della tavolozza dei colori
09		Registro 9 della tavolozza dei colori
0A		Registro 10 della tavolozza dei colori
0B		Registro 11 della tavolozza dei colori
0C		Registro 12 della tavolozza dei colori
0D		Registro 13 della tavolozza dei colori
0E		Registro 14 della tavolozza dei colori
0F		Registro 15 della tavolozza dei colori
10		Registro di controllo del modo
11		Colore del bordo dello schermo
12		Registro di abilitazione dei piani di colore
13	★	Registro di panning orizzontale
14		Registro di selezione del colore (VGA)

★ Indica un registro di particolare utilità

programmazione dei registri) o dai dati relativi ai piani di colore della memoria video (per le normali operazioni di refresh del video). Quando questo bit è zero, i registri della tavolozza sono indirizzati dal registro indice e le tavolozze possono essere modificate scrivendo all'indirizzo 3C0 Hex. In questo caso il video viene disabilitato. Se il bit è posto a uno, i registri della tavolozza sono indirizzati dai dati di refresh provenienti dai piani dei colori. Il video è abilitato e i registri della tavolozza non possono essere modificati.

I registri della tavolozza (Indici da 0 a F)

I registri della tavolozza permettono a un programma applicativo di scegliere quali colori verranno visualizzati in un generico istante. I quattro piani di

colore dell'EGA consentono l'utilizzo contemporaneo di 16 (2^4) colori, mentre il monitor a colori avanzato può visualizzarne fino a 64. I 16 registri della tavolozza del controllore degli attributi determinano i 16 colori correntemente utilizzabili.
Ogni registro della tavolozza contiene un bit per ciascuna delle sei linee d'uscita video della scheda EGA. Un uno in un bit indica che la corrispondente linea è attiva, mentre uno zero corrisponde a una linea non attiva. Quando la scheda EGA è adoperata con altri dispositivi (come il video a colori standard o quello monocromatico) viene utilizzato un numero inferiore di linee. La struttura di un registro della tavolozza è mostrata di seguito per ciascun tipo di dispositivo video.

Tabella 3-20. La definizione del registro della tavolozza per ciascun tipo di dispositivo video.

D7 - riservato (0)
D6 - riservato (0)
D5 - Rosso secondario
D4 - Verde secondario
D3 - Blu secondario
D2 - Rosso
D1 - Verde
D0 - Blu

Video a colori avanzato

D7 - riservato
D6 - riservato
D5 - riservato
D4 - Intensità
D3 - riservato
D2 - Rosso
D1 - Verde
D0 - Blu

Video a colori standard

D7 - riservato
D6 - riservato
D5 - riservato

Tabella 3-20. La definizione del registro della tavolozza per ciascun tipo di dispositivo video.

D4 - Intensità
D3 - Out video
D2 - riservato
D1 - riservato
D0 - riservato

Video monocromatico

D7 - riservato
D6 - riservato
D5 = P5
D4 = P4
D3 = P3
D2 = P2
D1 = P1
D0 = P0

Video VGA

Per ulteriori informazioni sui registri della tavolozza, si veda anche:

- La tavolozza dei colori standard nella tabella 1-5 nel capitolo 1.
- Gli attributi di testo nel capitolo 2.
- La funzione BIOS 16, inizializzazione della tavolozza EGA, nel capitolo 4.

Il registro di controllo del modo (Indice 10)

Valori di default:	Modo 3	Modo 3*	Modo 7	Modo F	Modo 10
	08	08	0Eh	0Bh	01

Per essere in grado di visualizzare correttamente gli attributi, il controllore degli attributi deve essere programmato in base al modo operativo appropriato, mediante il registro di controllo del modo.
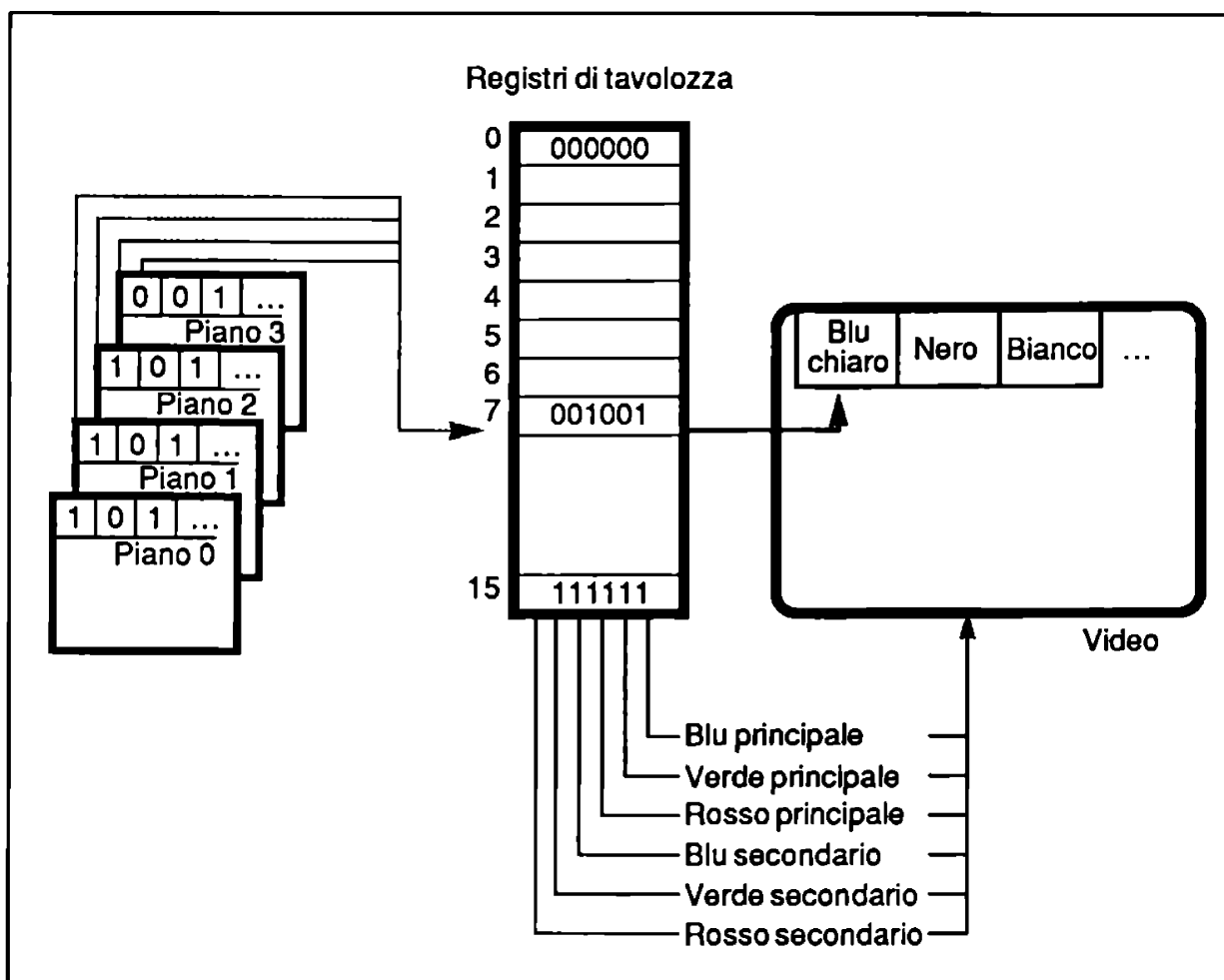
Figura 3-19. Il funzionamento del registro della tavolozza nel modo 10hex.

Definizioni dei bit:

D7 - Selezione della sorgente per P4 e P5 (solo VGA)
D6 - Ampiezza di pixel (solo VGA)
D5 - Compatibilità di panning orizzontale (solo VGA)
D4 - riservato (0)
D3 - Intensità di sfondo/abilitazione di lampeggio
D2 - Abilitazione di grafica monocromatica a linee
D1 - Tipo di dispositivo video
D0 - Modo di testo/grafico

- **D0: il bit del modo di testo/grafico** determina se gli attributi sono codificati in quattro bit per i pixel grafici o in un byte per i testi. Uno zero abilita gli attributi di testo, un uno quelli grafici.

- **D1: il bit del tipo di dispositivo video** determina se vengono generati attributi a colori (zero) o monocromatici (uno).

- **D2: nei modi di testo monocromatici,** dove le griglie dei caratteri sono allungate a nove punti di larghezza per riempire uno schermo di 720 punti, il **bit di abilitazione di grafica monocromatica a linee** smussa i contorni dei grafici a blocchi replicando l'ottavo bit della griglia del carattere nella nona posizione, che altrimenti risulterebbe nera. I caratteri dei grafici a blocchi sono caratteri (in modo monocromatico) il cui codice ASCII è compreso tra i valori C0 e DF (compreso) esadecimali. Questi caratteri consentono il disegno di primitivi oggetti grafici per contorni e linee.

- **D3: in tutti i modi di testo, il bit d'intensità di sfondo/abilitazione di lampeggio** seleziona quale di questi due attributi di carattere sarà abilitato dal bit D7 dell'attributo di carattere. Uno zero abilita l'intensificazione di sfondo, mentre un uno il lampeggio del carattere. Questo bit deve essere inizializzato anche per quei modi grafici che utilizzano l'attributo di lampeggio.

- **D5: il bit di compatibilità di panning orizzontale (solo VGA)** aumenta la complessità di funzionamento del registro di confronto fra linee del controllore CRT, che permette lo scrolling di una sezione dello schermo mentre un'altra rimane fissa. Quando il bit D5 è posto a uno, la parte fissa dello schermo non è influenzata dal panning orizzontale.

- **D6: il bit dell'ampiezza di pixel (solo VGA)** è posto a uno per il modo VGA a 256 colori.

- **D7: il bit di selezione della sorgente per P4 e P5 (solo VGA)** seleziona la sorgente per le uscite video P4 e P5. Se assume valore zero, P4 e P5 sono pilotati dai registri della tavolozza (funzionamento normale). Se è pari a uno, le uscite video P4 e P5 provengono dai bit 0 e 1 del registro di selezione del colore.

Il registro del colore del bordo dello schermo (Indice 11h)

Valori di default: 00 per tutti i modi

Nei modi di testo, il registro del colore del bordo seleziona il colore del bordo che circonda l'area di visualizzazione del testo sullo schermo. Nella terminologia IBM ciò è detto anche Overscan. Le definizioni dei bit di questo registro sono identiche a quelle dei 16 registri della tavolozza (si vedano le figure dalla 8-3 alla 8-6).
Sfortunatamente, questa funzione non viene eseguita correttamente in molte schede EGA quando si utilizza l'insieme di caratteri avanzati. L'approccio migliore è quello di lasciare il contenuto di questo registro al suo valore di default, ovvero zero. Anche per i modi monocromatici questo registro dovrebbe essere inizializzato a zero.

Il registro di abilitazione dei piani di colore (Indice 12)

Valori di default:	**Modo 3**	**Modo 3***	**Modo 7**	**Modo F**	**Modo 10**
	0Fh	0Fh	0Fh	05	05

Definizioni dei bit:

D7, D6 - riservati (0)
D5, D4 - Stato del video
D3 - Abilitazione del piano di colore 3
D2 - Abilitazione del piano di colore 2
D1 - Abilitazione del piano di colore 1
D0 - Abilitazione del piano di colore 0

- **D4, D5: i bit dello stato del video** possono essere utilizzati assieme ai bit di diagnostica del registro di stato di input 1 per leggere il contenuto dei registri della tavolozza. Si veda il capitolo 4 (Registro di stato di input 1) per una descrizione dell'utilizzo di tali bit.

- **D0-D3: i bit per l'abilitazione dei piani di colore** possono essere utilizzati per abilitare o disabilitare i piani di colore all'ingresso della tavolozza dei colori. Uno zero in uno di questi bit ha come effetto la

mascheratura dei dati dal relativo piano di colore. L'effetto sul video è lo stesso che si avrebbe se il piano di colore fosse inizializzato con tutti i bit a zero.

Il registro di panning orizzontale (Indice 13)

Valori di default: 00 per tutti i modi

Definizioni dei bit:

D7-D4 - riservati (0)
D3-D0 - Panning orizzontale

- **D3-D0: i bit di panning orizzontale** permettono di traslare l'immagine visualizzata di un pixel per volta. Il registro dell'indirizzo di inizio del controllore CRT può traslare l'immagine di un multiplo di 8 pixel per volta. L'utilizzo congiunto di questi due registri consente di traslare un'immagine in modo continuo (panning) orizzontalmente di un numero di pixel arbitrario. Il panning può essere usato nei modi grafici o di testo.

Tabella 3-21. I valori del registro di panning dei pixel.

Traslazione a sinistra di un pixel						
D3	**D2**	**D1**	**D0**	**Testo monocrom.**	**Modo 13 VGA**	**Tutti gli altri modi**
0	0	0	0	8	0	0
0	0	0	1	0	non valido	1
0	0	1	0	1	1	2
0	0	1	1	2	non valido	3
0	1	0	0	3	2	4
0	1	0	1	4	non valido	5
0	1	1	0	5	3	6
0	1	1	1	6	non valido	7
1	0	0	0	7	non valido	non valido
1	0	0	1	non valido	non valido	non valido
1	0	1	0	non valido	non valido	non valido
1	0	1	1	non valido	non valido	non valido
1	1	0	0	non valido	non valido	non valido
1	1	0	1	non valido	non valido	non valido
1	1	1	0	non valido	non valido	non valido
1	1	1	1	non valido	non valido	non valido
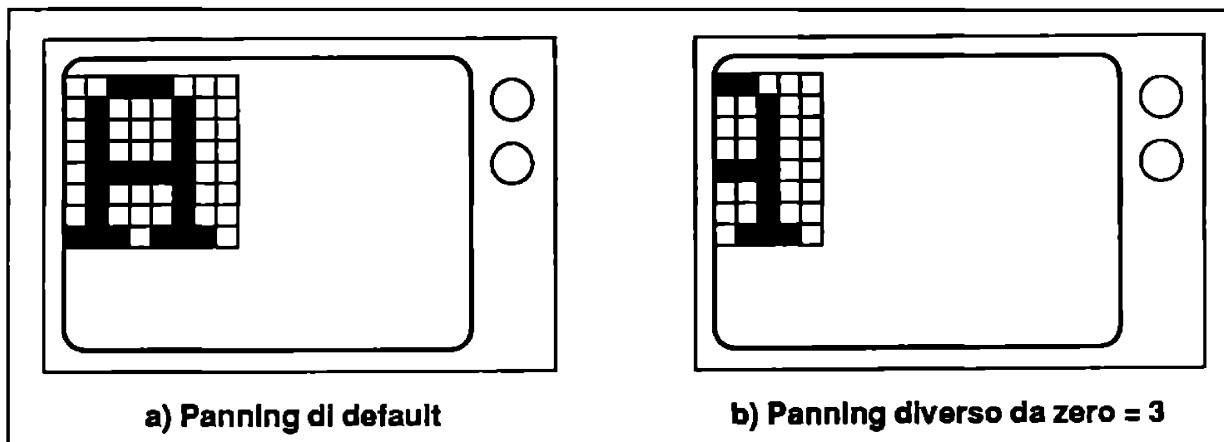
Figura 3-20. Il funzionamento del panning di pixel.

Il registro di selezione del colore (Indice 14) ✖

Definizioni dei bit:

D7-D4 - riservati (0)
D3 - colore 7
D2 - colore 6
D1 - colore 5
D0 - colore 4

- **D3, D2: i bit del colore 7 e 6** sono utilizzati normalmente come bit più significativi del dato a 8 bit relativo al colore del controllore degli attributi per il DAC video. L'unica eccezione a questa condizione è il modo a 256 colori.

- **D1, D0: i bit del colore 5 e 4** possono essere utilizzati al posto delle uscite P5 e P4 dei registri della tavolozza (si veda il registro del controllo del modo, indice 10).

IL DAC VIDEO PER LA SCHEDA VGA (INDIRIZZO DI I/O 3C6, 3C7, 3C8 E 3C9) ✖

Il DAC video per la scheda VGA è costituito effettivamente da tre convertitori digitali - analogici (uno per il rosso, uno per il verde e il terzo per il blu), oltre a una Look-up Table dei colori. Ciascun DAC converte i sei bit

dell'informazione relativa al colore in una tensione analogica per il pilotaggio di un monitor analogico VGA. La Look-up Table dei colori converte gli 8 bit in uscita dal controllore degli attributi in 18 bit (6 per ciascun DAC video). Ciò consente alla scheda VGA di visualizzare contemporaneamente 256 colori scelti da una tavolozza di 256 mila colori.

Per accedere al DAC video si utilizzano cinque registri:

Indirizzo I/O	**Registro**
3C6	Registro di maschera su pixel
3C7	Registro di stato DAC (solo in lettura)
3C7	Indice di lettura di Look-up Table (solo in scrittura)
3C8	Indice di scrittura di Look-up Table
3C9	Registro dei dati di Look-up Table

Due registri indici separati sono impiegati per la selezione dei 256 registri dei colori interni della Look-up Table. L'indice in lettura è utilizzato solo per la lettura di dati nella Look-up Table, mentre quello in scrittura per la scrittura di dati nella Look-up Table. È possibile programmare un registro dei colori, a 18 bit, scrivendo otto bit nel registro indice in scrittura (3C8), quindi scrivendo tre valori a sei bit nel registro dei dati (3C9). Il registro indice viene automaticamente incrementato dopo la scrittura del terzo byte, in modo che sia possibile programmare un insieme di registri senza ripetere il caricamento dell'indice.
È possibile leggere un registro dei colori scrivendo otto bit nel registro indice in lettura (3C7), quindi leggendo tre valori a sei bit nel registro dei dati (3C9). Il registro indice viene automaticamente incrementato dopo la lettura del terzo byte, in modo che sia possibile leggere un insieme di registri senza ripetere il caricamento dell'indice.
Il registro di stato DAC (3C7) può essere utilizzato per determinare se la Look-up Table dei colori è configurata per un accesso in lettura (valori nulli per i bit D0 e D1) o in scrittura (uno nei bit D0 e D1) di un registro.
A differenza del controllore degli attributi, gli accessi da parte del processore alla Look-up Table dei colori non interferiscono con il refresh dello schermo.
Il manuale di riferimento per scheda VGA dell'IBM segnala che il registro di maschera su pixel (3C6) non dovrebbe mai essere scritto o letto dal software applicativo.
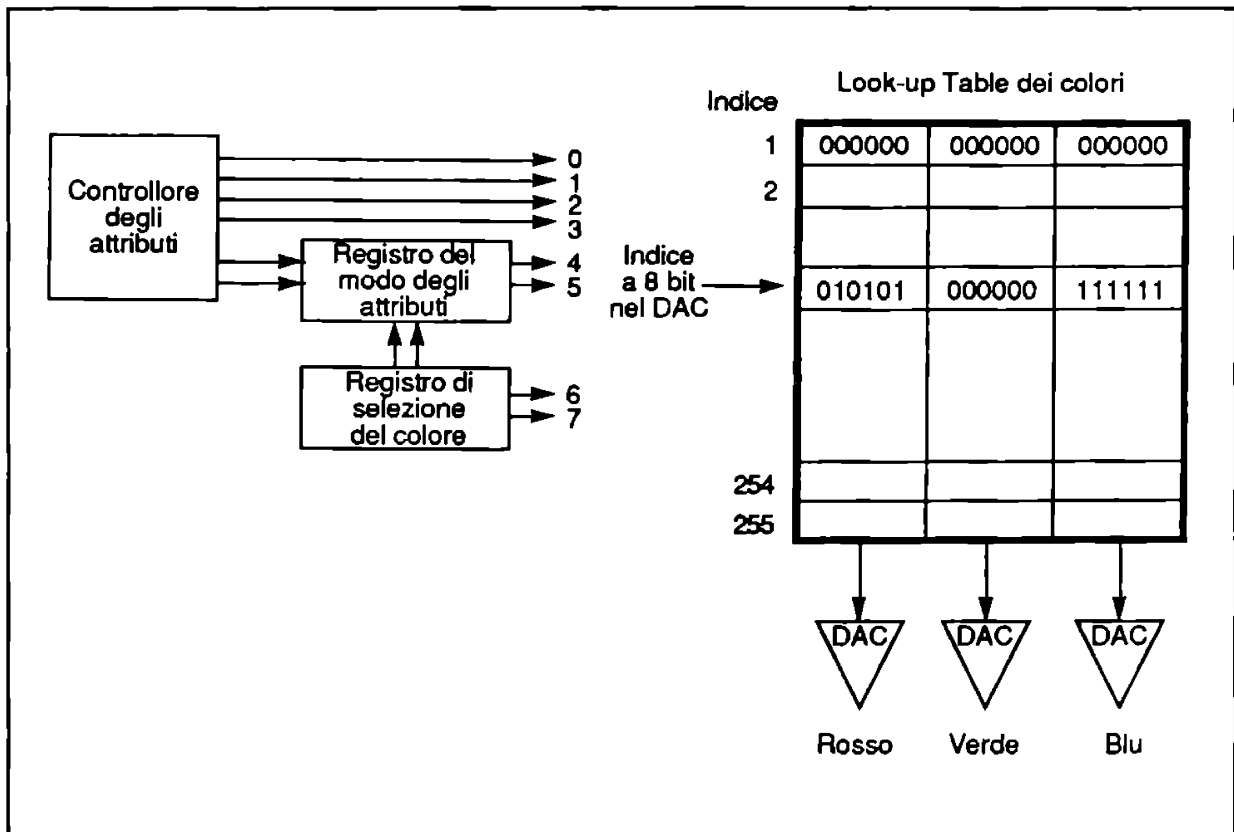
Figura 3-21. Il DAC video e la Look-up Table dei colori.

Capitolo 4

Il BIOS su ROM

CHE COS'È IL BIOS SU ROM?

Nei microcalcolatori IBM compatibili, il BIOS (Basic Input-Output System, sistema di ingresso-uscita fondamentale) è un insieme di routine di basso livello realizzate in firmware in grado di rendere disponibili le risorse del sistema in un formato standard. Queste sono disponibili per dischi rigidi e dischetti, per porte parallele o seriali, per i dispositivi video e altre funzioni ancora. Il BIOS di sistema è realizzato su ROM (Read Only Memory, memoria a sola lettura) posta sulla scheda madre.
Il BIOS standard per PC/XT/AT comprende un insieme di routine per realizzare funzioni grafiche e pilotare le schede MDA e CGA. Esse sono accessibili eseguendo un'istruzione d'interruzione via software (INT 10H) passando i parametri per mezzo dei registri. Il registro AH indica la funzione che deve essere eseguita. Per esempio:

```
mov       ah,0      ; carica il numero della funzione BIOS
mov       al,MODE   ; carica il parametro
int       10h       ; chiamata al BIOS
```

Allo scopo di permettere la futura espansione del sistema, l'IBM ha messo a punto un meccanismo che consente a prodotti inseribili nel sistema di poter accedere al BIOS. Una scheda di un circuito accessoria può comprendere al suo interno una ROM, che viene riconosciuta come un'estensione del BIOS,

ammesso che sia conforme al formato IBM. Entrambe le schede EGA e VGA comprendono estensioni del BIOS che assumono il controllo del vettore delle interruzioni dell'istruzione INT 10H, offrendo così un insieme più vasto di routine video compatibili con quelle standard. Il precedente vettore INT 10H per le routine video CGA e EGA viene quindi reinstallato come un'interruzione software INT 42H, in modo che le routine video standard rimangano disponibili in un sistema a doppia visualizzazione.
Nel corso del presente capitolo si farà riferimento al BIOS su EGA e, se non specificato altrimenti, tutti i dati forniti riguardano anche il BIOS della scheda VGA. Le ROM del BIOS su VGA ed EGA sono di 16K byte, localizzati nella memoria del processore nello spazio compreso tra gli indirizzi C000:0000h e C000:3FFFh.

COME COMBINARE IL TESTO CON LA GRAFICA

Le funzioni per la gestione del testo esplicate dalle routine video del BIOS sono disponibili solo se l'EGA è configurata in modo grafico; nel qual caso il processore deve effettivamente scrivere in memoria ogni carattere del testo. Questa caratteristica può essere utile per le applicazioni che combinano il testo con la grafica. A questo scopo, il vettore delle interruzioni INT 43H viene configurato come un puntatore a una tabella di un generatore di caratteri per visualizzare il testo. Inizialmente, questo vettore punta a un insieme di caratteri che si trova nella ROM del BIOS. I programmi applicativi possono ridirezionare il puntatore per utilizzare un insieme di caratteri non standard.
Nel caso dei modi grafici CGA compatibili (i modi 4, 5 e 6), si assume che il generatore di caratteri puntato dal vettore INT 43H contenga solo 128 caratteri (in ASCII da 0 a 127). Se sono necessari altri caratteri, il software applicativo deve inizializzare il vettore per INT 1FH in modo che punti ad altri 128 caratteri aggiuntivi (in ASCII da 128 a 255).

LE FUNZIONI BIOS

Selezione del modo - 0

La funzione BIOS 0 può essere utilizzata per inizializzare il video in uno qualunque dei modi operativi standard.

Parametri in ingresso:

AH = 0
AL = Numero del modo (da 0 a 13H)

Se il bit D7 del registro AH è nullo, il buffer del video viene svuotato durante l'inizializzazione. Se il bit D7 è uno, il buffer del video non viene modificato.

Valore restituito: nessuno

Condizione di default:

Nella scheda EGA la condizione di default è quella del reset nei modi 0,3 e 7, a seconda dello stato degli interruttori della configurazione. Nella VGA i modi di default sono il 3 o il 7 a seconda del tipo di dispositivo video utilizzato.

Esempio:

```
mov       ah,0
mov       al,3     ; seleziona il modo 3
or        al, 80h  ; non svuota il buffer
int  10h
```

Selezione della dimensione del cursore - 1

Il cursore della scheda EGA è un rettangolo ampio un carattere e altro da una a 32 linee di scansione. La sua altezza non può essere maggiore di quella di un carattere dell'insieme di caratteri selezionato. Questa funzione definisce l'altezza del cursore, rapportata alle dimensioni di una griglia di carattere. La figura 4.1 illustra la numerazione delle linee di scansione in una griglia di 8 per 14 pixel.
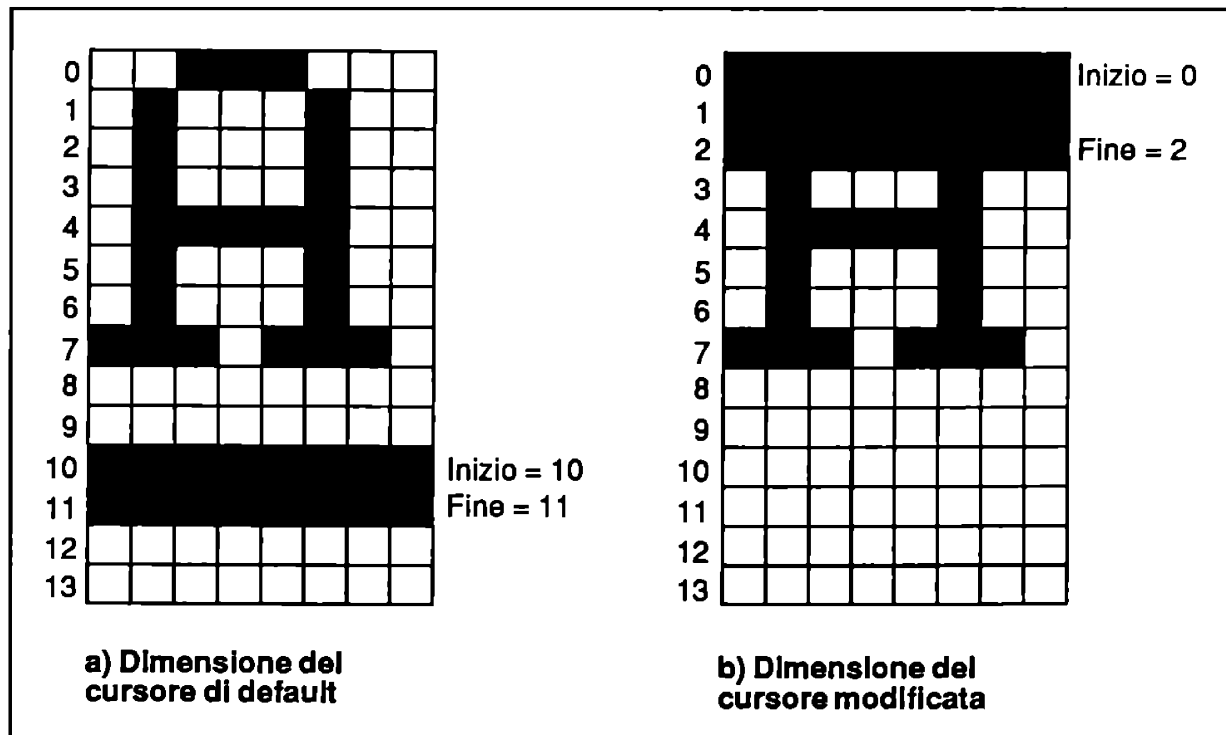
Figura 4-1. La definizione delle dimensioni del cursore.

Parametri in ingresso:

AH = 1
CH = linea di scansione iniziale (0 - 31)
CL = linea di scansione finale (0 - 31)

Valore restituito: nessuno

Condizione di default:

Video monocromatico: inizio = 11, fine = 12
Video a colori: inizio = 6, fine = 7
Video a colori avanzato: inizio = 11, fine = 12

Esempio:

```
mov     ah,1     ; seleziona la dimensione del cursore
mov     ch,0     ; inizia alla linea di scansione 0
mov     cl, 12   ; e finisce alla linea di scansione 12
int     10h      ; (cursore di un intero blocco)
```

Questa funzione è una delle cause di incompatibilità software che si verifica se si utilizzano differenti insiemi di caratteri (come quando il software CGA

utilizza l'insieme dei caratteri avanzati EGA). In questi casi, il cursore può apparire nella posizione errata all'interno della griglia del carattere.
Alcuni programmi consentono di disabilitare il cursore ponendo un valore non valido come numero di linea iniziale e finale, anche se questa tecnica può essere inaffidabile in alcuni prodotti.

Selezione della posizione del cursore - 2

La funzione BIOS 2 colloca il cursore in una posizione specifica dello schermo. Nei modi che prevedono la visualizzazione di pagine multiple, viene mantenuto un cursore distinto per ogni pagina. La funzione di selezione della posizione del cursore può riferirsi a una qualunque pagina, indipendentemente dal fatto che sia attiva (visualizzata) o non lo sia.
La posizione sullo schermo è definita in termini di linea e colonna, come mostrato nella figura 4-2.
Oltre a determinare il punto dello schermo dove viene visualizzato il cursore, questa funzione stabilisce anche la posizione del successivo carattere visualizzato al momento dell'esecuzione di una funzione di output di stringa o di carattere del BIOS.

Parametri in ingresso:

AH = 2
BH = numero della pagina visualizzata
DH = riga (0 - 24)
DL = colonna (0 - 79)

Valore restituito: nessuno

Condizione di default: nessuna

Esempio:

```
mov     ah,2                ; seleziona la posizione del
                            ; cursore
mov     bh, ACTIVE_PAGE     ; sulla pagina corrente
mov     dh,24               ; ultima riga dello schermo
mov     dl,40               ; colonna centrale
int     10h
```
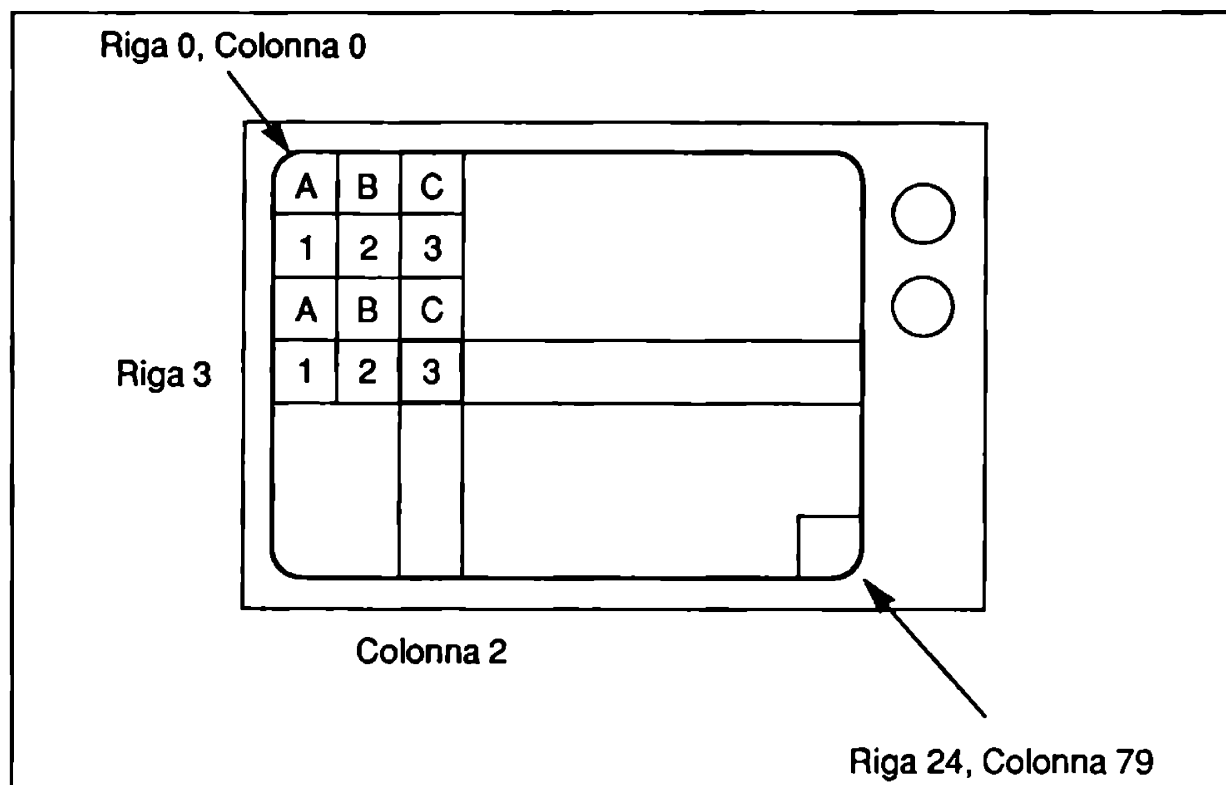
Figura 4-2. La definizione della posizione del cursore.

Lettura delle dimensioni e della posizione del cursore - 3

La funzione restituisce informazioni circa la posizione corrente del cursore sullo schermo e le linee iniziali e finali del cursore (forma del cursore). L'informazione riguarda una qualunque pagina video valida, indipendentemente dal fatto che sia quella correntemente attiva (visualizzata) o non lo sia.

Parametri in ingresso:

AH = 3
BH = numero della pagina video

Valore restituito:

CH = linea di scansione iniziale del cursore
CL = linea di scansione finale del cursore
DH = linea del cursore
DL = colonna del cursore

Esempio:

```
mov      ah,3          ; lettura della forma e della
                       ; posizione del cursore
mov      bh,1          ; per la pagina 1
mov      crsr_row,dh   ; salvataggio dei risultati
mov      crsr_col,dh
int      10h
```

Lettura della posizione della penna luminosa - 4

Questa funzione restituisce informazioni riguardanti la penna luminosa: se è attiva, se è sincronizzata (trigger) e qual è la sua posizione sullo schermo. L'informazione è espressa in termini di posizioni di pixel (per i modi grafici) o di posizioni di caratteri (per i modi di testo).
La penna luminosa dell'EGA non è compatibile con la CGA. In linea generale, il software CGA che utilizza la penna luminosa non funziona correttamente sulla scheda EGA. La VGA non prevede l'utilizzo della penna luminosa.

Parametri in ingresso:

AH = 4

Valore restituito:

AH = 0 indica che non c'è il trigger della penna luminosa o che la penna luminosa non è posizionata
AH = 1 indica che c'è il trigger della penna luminosa e che la penna luminosa è posizionata

CH = riga in pixel (0-348) (sempre un multiplo di 2)
BX = colonna in pixel
(0-316 per i modi a 320 colonne; sempre un multiplo di 4)
(0-632 per i modi a 640 colonne; sempre un multiplo di 8)

DH = riga in caratteri (0-24)
DL = colonna in caratteri (0-39 o 0-79)

Esempio:

```
mov     ah,4
int     10h             ; legge la penna luminosa
or      ah,ah           ; salto se no c'è il trigger
jz      no_trigger
mov     lpen_row,dh     ; salvataggio dei risultati
mov     lpen_col,dl
```

Selezione della pagina attiva - 5

Il numero di pagina specificato, se valido, indica la pagina attiva e la visualizza sullo schermo. Non è necessario scegliere una pagina come attiva per scrivervi o leggervi dati o per indirizzare il suo cursore.

Parametri in ingresso:

AH = 5
AL = numero della pagina video

Numeri validi sono:

Modi 0, 1, 2, 3, D:	da pagina 0 a pagina 7
Modo E:	da pagina 0 a pagina 3
Modo F, 10:	da pagina 0 a pagina 1

Valore restituito: nessuno

Condizione di default: pagina 0

Esempio:

```
mov     ah,5
mov     al,0        ; seleziona la pagina video 0
int     10h
```

Per una descrizione del meccanismo di mappaggio in memoria delle pagine video, si veda la sezione sui modi operativi standard del capitolo 1.
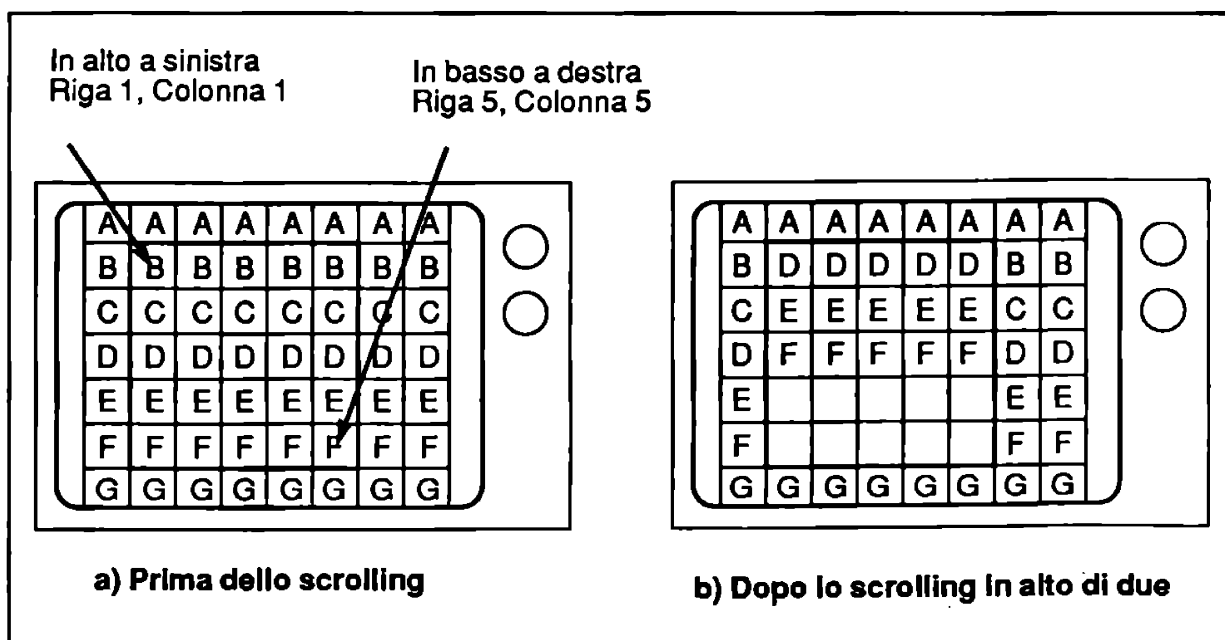
Figura 4-3. Lo scrolling di una finestra di testo.

Scrolling della finestra di testo verso l'alto (o clear dello schermo) - 6

Una parte specificata della pagina attiva corrente viene fatta scorrere verso l'alto di un determinato numero di linee. Le linee vuote createsi nella parte inferiore della finestra sono riempite da spazi. L'intera area al di fuori della finestra visualizzata non viene modificata, mentre i dati che scorrono al di fuori della finestra sono perduti.
La finestra di scrolling è un rettangolo definito dalle coordinate specificate dell'angolo superiore sinistro e di quello inferiore destro. La figura 4-3 illustra la definizione di una finestra di scrolling.
Quando gli angoli inferiore destro e superiore sinistro coincidono con quelli dello schermo, la funzione fornisce un metodo conveniente per cancellare (clear) lo schermo.

Parametri in ingresso:

AH = 6
AL = numero di linee di scrolling
(AL = 0 cancella lo schermo riempendolo di spazi)
BH = attributi di testo utilizzato per riempire lo schermo di caratteri vuoti in fondo alla finestra

CH = numero della riga (0-24) dell'angolo superiore sinistro della finestra
CL = numero della colonna (0-79) dell'angolo superiore sinistro della finestra
DH = numero della riga (0-24) dell'angolo inferiore destro della finestra
DL = numero della colonna (0-79) dell'angolo inferiore destro della finestra

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,6                ; scrolling verso l'alto
mov     al,scroll_count     ; numero di linee traslate
mov     bh,7                ; attributo normale

mov     ch,0                ; la finestra inizia
mov     cl,0                ; in alto a sinistra

mov     dh,12               ; la finestra termina a metà schermo
mov     dl,79               ; con ampiezza a tutto schermo

int     10h
```

Per ulteriori dettagli sullo scrolling, si veda anche la funzione successiva, scrolling della finestra di testo verso il basso, in questo stesso capitolo.

Scrolling della finestra di testo verso il basso (o clear dello schermo) - 7

Una parte specificata della pagina attiva corrente viene fatta scorrere verso il basso di un determinato numero di linee. Le linee vuote createsi nella parte superiore della finestra sono riempite da spazi. L'intera area al di fuori della finestra visualizzata non viene modificata, mentre i dati che scorrono al di fuori della finestra sono perduti.
La finestra di scrolling è un rettangolo definito dalle coordinate specificate dell'angolo superiore sinistro e di quello inferiore destro. La figura 4-4 illustra la definizione di una finestra di scrolling.
Quando gli angoli inferiore destro e superiore sinistro coincidono con quelli dello schermo, la funzione fornisce un metodo conveniente per cancellare (clear) lo schermo (usando lo scrolling di 25 linee).
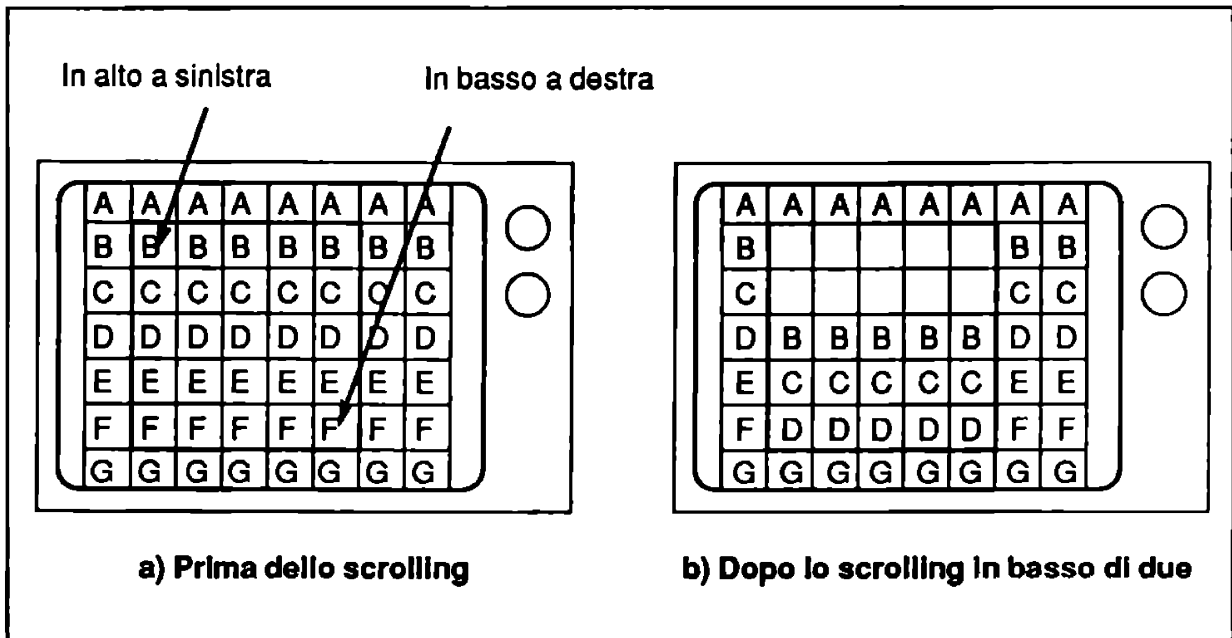
Figura 4-4. Lo scrolling di una finestra di testo.

Parametri in ingresso:

AH = 7
AL = numero di linee di scrolling
(AL = 0 cancella lo schermo riempendolo di spazi)
BH = attributi di testo utilizzato per riempire lo schermo di caratteri vuoti in cima alla finestra
CH = numero della riga (0-24) dell'angolo superiore sinistro della finestra
CL = numero della colonna (0-79) dell'angolo superiore sinistro della finestra
DH = numero della riga (0-24) dell'angolo inferiore destro della finestra
DL = numero della colonna (0-79) dell'angolo inferiore destro della finestra

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,7            ; scrolling verso il basso
mov     al,cont_scroll; numero di linee traslate
mov     bh,7            ; attributo normale

mov     ch,12           ; la finestra inizia
mov     cl,0            ; a metà dello schermo

mov     dh,25           ; la finestra termina alla fine dello
                        ; schermo
mov     dl,79           ; con ampiezza a tutto schermo

int     10h
```

Per ulteriori dettagli sullo scrolling, si veda anche la funzione precedente, scrolling della finestra di testo verso l'alto, in questo stesso capitolo.

La lettura del carattere e del suo attributo alla posizione del cursore - 8

La funzione BIOS 8 restituisce il carattere ASCII nella posizione del cursore di una qualunque delle pagine video, assieme al suo attributo.

Parametri in ingresso:

AH = 8
BH = numero della pagina video

Valore restituito:

AL = carattere ASCII
AH = attributo del carattere

Esempio:

```
mov   ah,8             ; legge il carattere e il suo
                       ; attributo
mov   bh,active_page   ; alla posizione del cursore nella
                       ; pagina attiva
int   10h
mov   ascii_data,al    ; al = ASCII
mov   attr_data,ah     ; ah = attributo
```

Scrittura del carattere e del suo attributo alla posizione del cursore - 9

In questa funzione un carattere ASCII e il suo attributo vengono scritti nella memoria video alla posizione corrente del cursore su una qualunque pagina. È possibile specificare un contatore di ripetizione, nel qual caso la scrittura viene ripetuta in locazioni di memoria consecutive per tante volte fino a che si raggiunge il valore del contatore. Non si assicura l'affidabilità del risultato

quando si cerca di scrivere ripetutamente valicando i limiti della linea di caratteri corrente.
Il cursore non è incrementato automaticamente e rimane nella sua posizione corrente.

Parametri in ingresso:

AH = 9
BH = numero della pagina visualizzata
AL = carattere ASCII
BL = attributo (modo di testo) o valore del colore (modo grafico)
CX = contatore di ripetizione (fino alla fine della riga corrente)

Se l'EGA è operante in modo grafico e il bit D7 del registro BL è uguale a 1, viene fatto l'EXOR tra il carattere che deve essere scritto e il dato precedentemente contenuto in memoria.

Esempio:

```
mov     ah,9                ; scrive il carattere e
                            ;  l'attributo
mov     bh,  active_page    ; nella pagina corrente
mov     al,  ascii_data
mov     bl,7                ; attributo standard
mov     cx,1                ; nessuna ripetizione
int     10h
```

Per ulteriori informazioni sulla scrittura dei caratteri, si veda anche la funzione BIOS scrittura del carattere e cursore avanzato (14) e scrittura di una stringa di testo (19).

Scrittura di un carattere alla posizione del cursore - 10 (0A hex)

Questa funzione scrive un carattere nella memoria video alla posizione corrente del cursore di una qualunque pagina, conservando l'attributo del carattere precedente. È possibile specificare un contatore di ripetizione, nel qual caso la scrittura viene ripetuta in locazioni di memoria consecutive per tante volte fino a che si raggiunge il valore del contatore. Non si assicura

l'affidabilità del risultato quando si cerca di scrivere ripetutamente valicando i limiti della linea di caratteri corrente.
Il cursore non è incrementato automaticamente e rimane nella sua posizione corrente.

Parametri in ingresso:

AH = 0Ah
AL = carattere ASCII
BH = numero della pagina video
BL = valore del colore (modi grafici)
CX = contatore di ripetizione

Se l'EGA è operante in modo grafico e il bit D7 del registro BL è uguale a 1, viene fatto l'EXOR tra il carattere che deve essere scritto e il dato precedentemente contenuto in memoria.

Esempio:

```
mov     ah,0ah              ; scrive il carattere
mov     al, ascii_data      ; (l'attributo non è modificato)
mov     bh, active_page     ; nella pagina corrente
mov     cx,1                ; nessuna ripetizione
int     10h
```

Per ulteriori informazioni sulla scrittura dei caratteri, si veda anche la funzione BIOS scrittura del carattere e cursore avanzato (14) e scrittura di una stringa di testo (19).

Selezione della tavolozza dei colori CGA (modi 4,5,6) - 11 (0B hex)

Questa funzione è inclusa nel BIOS EGA per assicurare la compatibilità con la scheda CGA. Essa configura la scheda EGA in modo che emuli una delle due tavolozze dei colori della grafica CGA. La tabella 4-1 descrive le tavolozze dei colori per la CGA.

Tabella 4-1. I colori CGA nei modi 4 e 5.

Valore del pixel	Tavolozza 0	Tavolozza 1
0	Come lo sfondo	Come lo sfondo
1	Verde	Ciano
2	Rosso	Magenta
3	Marrone	Bianco

Parametri in ingresso:

AH = 0Bh

Se BH = 0:
BL = colore dello sfondo (0-15) o colore del bordo del testo (0-15)

Se BH = 1:
BL = numero della tavolozza (0 o 1)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,08h
mov     bh,0            ; selezione del colore di sfondo
mov     bl,bgnd_color
int     10h

mov     ah,0Bh
mov     bh,1
mov     bl,0            ; selezione della tavolozza 0
int     10h
```

Scrittura di un pixel grafico - 12 (0C hex)

La funzione 0Ch fornisce un metodo indipendente dal dispositivo, ma molto lento, per la gestione dei pixel nei modi grafici. La tabella 4-2 riassume i valori consentiti per i vari modi grafici.

Tabella 4-2. I valori consentiti per i pixel nella funzione BIOS 12.

Modo	Valore consentito dei pixel
4,5	da 0 a 3
6	da 0 a 1
D	da 0 a 15
E	da 0 a 15
F	da 0 a 1
10	da 0 a 15

Parametri in ingresso:

AH = 0Ch
AL = valore del pixel (si veda la tabella 4-2)
CX = Numero della colonna del pixel (0-639)
DX = Numero della riga del pixel (0-349)

Se il bit D7 del registro AL è posto a uno, viene eseguito l'EXOR tra il nuovo valore del pixel con il colore dello sfondo.

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,C0h
mov     al,line_color
mov     cx,pixel_column
mov     dx,pixel_row
int     10h
```

Lettura di un pixel grafico - 13 (0Dh)

Questa funzione fornisce un metodo indipendente dal dispositivo, ma molto lento, per la lettura di un pixel nei modi grafici.

Parametri in ingresso:

AH = 0Dh
CX = Numero della colonna del pixel (0-639)
DX = Numero della riga del pixel (0-349)

Valore restituito: AL = valore del pixel

Esempio:

```
mov       ah,0Dh
mov       cx,pixel_column
mov       dx,pixel_row
int       10h                   ; lettura del valore del pixel
mov       pixel_value,al        ; salvataggio del risultato
```

Scrittura di un carattere e cursore avanzato - 14 (0E hex)

Questa funzione viene spesso indicata con il termine TELETYPE MODE, in quanto si comporta in modo molto simile a un terminale quando riceve un carattere ASCII. Quest'ultimo viene visualizzato in corrispondenza della posizione del cursore, che viene automaticamente avanzato al carattere successivo. Al termine della riga, il cursore viene riportato alla linea sottostante. I caratteri speciali ASCII come il BELL, il BACKSPACE, il CARRIAGE RETURN (ritorno del carrello) o il LINEFEED (avanzamento di linea) vengono riconosciuti e la funzione realizza diverse operazioni in base al loro significato. Anche lo scrolling verticale è consentito, se richiesto.
Nel caso della scheda EGA operante in modo di testo, l'attributo del carattere non viene modificato. Nei modi grafici occorre specificare il colore del carattere all'atto della chiamata della funzione.
La funzione 14 è utilizzata dal gestore di console standard dell'MS-DOS per la gestione dello schermo.

Parametri in ingresso:

AH = 0Eh
AL = carattere ASCII
BH = numero di pagina (solo nel modo di testo)
BL = colore del carattere (solo nel modo grafico)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,0Eh
mov      al,ascii_car       ; visualizza il carattere
mov      bh,active_page     ; nella pagina attiva corrente
int      10h
```

Per ulteriori informazioni sulla scrittura dei caratteri, si veda anche la funzione BIOS scrittura del carattere e dell'attributo (9), la funzione di scrittura di carattere (10) e scrittura di una stringa di testo (19).

Lettura del modo corrente di visualizzazione - 15 (0F hex)

La funzione 15 può essere utilizzata per determinare il modo operativo corrente della scheda EGA. La tabella 1-2 del capitolo 1 riassume tutti i modi validi.

Parametri in ingresso:

AH = 0Fh

Valore restituito:

AH = numero di colonne visualizzate
AL = modo di visualizzazione (0 - 13h)
BH = pagina di visualizzazione attiva

Esempio:

```
mov      ah,0Fh
int      10h
mov      current_mode,al
mov      active_page,bh
```

Per ulteriori informazioni su questa funzione, si veda anche:

- La funzione BIOS selezione del modo (0)
- I modi operativi standard nel capitolo 1

Inizializzazione dei registri della tavolozza EGA - 16 (10 hex)

La funzione 16 fornisce il metodo migliore per definire i colori sulla scheda EGA o per controllare le altre funzioni del controllore degli attributi. Può essere chiamata in una delle seguenti quattro forme:

Sottofunzione 0 - programma un solo registro della tavolozza
Sottofunzione 1 - programma il registro del colore di bordo
Sottofunzione 2 - programma tutti i registri della tavolozza
Sottofunzione 3 - abilita l'attributo di lampeggio in primo piano o di intensificazione dello sfondo

Le seguenti funzioni sono disponibili solo sulla scheda VGA:

Sottofunzione 7 - legge un solo registro della tavolozza
Sottofunzione 8 - legge il registro del colore di bordo
Sottofunzione 9 - legge tutti i registri della tavolozza
Sottofunzione 10h - programma un solo registro DAC
Sottofunzione 12h - programma più registri DAC
Sottofunzione 13h - seleziona un sottoinsieme di colori
Sottofunzione 15h - legge un solo registro DAC
Sottofunzione 17h - legge più registri DAC
Sottofunzione 1Ah - legge lo stato della pagina dei colori
Sottofunzione 1Bh - converte i registri DAC nella scala dei livelli di grigio

Per ulteriori informazioni sui registri della tavolozza, si veda anche:

- La sezione degli attributi del testo nel capitolo 2.
- La sezione sul controllore degli attributi nel capitolo 2.
- I registri del controllore degli attributi nel capitolo 3.

Inizializzazione di un solo registro della tavolozza - 0

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 00h

BL = numero del registro della tavolozza (da 0 a F)
BH = dato relativo al colore

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,10h
mov      al,0
mov      bl,reg_num
mov      bh,new_color
int      10h
```

Scelta del colore di bordo - 1

Questa funzione inizializza il registro del colore di bordo del controllore degli attributi (spesso detto Overscan). Tale registro deve essere utilizzato con estrema attenzione, poiché in alcuni modi il colore del bordo non funzione su molti prodotti EGA compatibili.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 01h
BH = dato relativo al colore

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,10h
mov      al,1
mov      bh,new_color
int      10h                    ; scelta del colore di bordo
```

Inizializzazione di tutti i registri della tavolozza - 2

Questa funzione costituisce un metodo veloce per programmare tutti i registri della tavolozza EGA. I dati relativi ai colori devono essere scritti in una tabella a 17 byte situata in qualche zona della memoria del sistema. I byte

compresi dallo 0 al 15 contengono i dati per i registri della tavolozza da quello di ordine 0 al quindicesimo. Il byte 16 è il colore di bordo (overscan).

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 02h
ES:DX = indirizzo del dato nella tavolozza

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ax,ds
mov     es,ax                   ; lettura del puntatore
mov     dx,offset  color_table  ; alla tabella dei colori
mov     ah,10h
mov     al,2
int     10h                     ; caricamento dei registro
                                ; della tavolozza
```

Controllo dell'attributo di intensità/lampeggio - 3

Questa funzione costituisce un metodo per l'inizializzazione del bit di controllo che definisce l'abilitazione dell'attributo di carattere lampeggiante o di intensificazione dello sfondo (si veda il capitolo 2, "Il controllore degli attributi").

Parametri in ingresso:

AH = 10h
Al = 03h
BL = 0 - sfondo intensificato
BL = 1 - carattere in primo piano lampeggiante

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,10h
mov     al,3
```

```
mov      bl,1           ; abilita i caratteri lampeggianti
int  10h
```

Lettura di un solo registro della tavolozza - 7 ✖

Sfruttando la possibilità offerta dalla scheda VGA di accedere in lettura ai registri, questa funzione restituisce il contenuto corrente di un registro della tavolozza.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 7
BL = numero del registro (0-15)

Valore restituito:

BH = valore del registro di tavolozza

Esempio:

```
mov     cx,16
mov     bx,0            ; inizia con il registro di tavolozza 0

ciclo_lettura_tavolozza:
mov     ah,10h
mov     al,7
mov     bl,0            ; legge il contenuto dei registri della
                        ; tavolozza
int     10h
mov     palette_data[bx],bh           ;e  salvataggio
inc     bx
loop    ciclo_lettura_tavolozza
```

Lettura del registro del colore di bordo - 8 ✖

Sfruttando la possibilità offerta dalla scheda VGA di accedere in lettura ai registri, questa funzione restituisce il contenuto corrente del registro del colore di bordo (overscan).

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 8

Valore restituito:

BH = valore del registro del colore di bordo

Esempio:

```
mov      ah,10h
mov      al.8
int      10h                 ;lettura del colore di bordo
mov      border_color,bh
```

Lettura di tutti i registri della tavolozza - 9 ✖

Sfruttando la possibilità offerta dalla scheda VGA di accedere in lettura ai registri, questa funzione legge tutti i registri della tavolozza.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 9
ES:DX = puntatore alla destinazione per la tabella dei dati a 17 byte

Valore restituito: 17 byte memorizzati all'indirizzo [ES:BX]

Esempio:

```
mov  ah,10h
mov  al,9
les  dx,palette_data  ; inizializza il puntatore alla
                      ; destinazione
int  10h              ; lettura registri della tavolozza
```

Inizializzazione di un solo registro DAC - 10H ✖

Inizializza un solo registro DAC a un valore a 18 bit.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 10h
BX = numero del registro DAC (0-255)
DH = livello di intensità del rosso (6 bit)
CH = livello di intensità del verde (6 bit)
CL = livello di intensità del blu (6 bit)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,10h
mov     al,10h
mov     bx,regnum           ; numero del registro DAC
mov     ch,green_level
mov     cl,blue_level       ; intensità dei colori
mov     dh,red_level
int     10h                 ; inizializzazione del registro DAC
```

Inizializzazione di un blocco di registri DAC - 12H ✖

Inizializza un blocco di registri DAC con valori a 18 bit.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 12h
BX = registro DAC di partenza (0-255)
CX = numero dei registri da inizializzare (1-256)
ES:DX = indirizzo della tabella dei colori

La tabella dei colori è costituita da 3 byte per registro (rosso, verde e blu).

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,10h
mov     al,10h
```

```
mov     bx,numreg           ;definisce il numero del
                            ;registro di partenza
mov     cx,regcont          ;definisce il numero di registri
mov     dx,color_table      ;punta ai dati relativi al colore
int     10h                 ;caricamento dei registri
```

Selezione di un sottoinsieme di colori - 13H ✖

Questa funzione seleziona da uno a 16 possibili sottoinsiemi di colori.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 13h

> BL = 0: sceglie il modo
> BH = 0:4 sottoinsiemi di 64 colori
> BH = 1:16 sottoinsiemi di 64 colori
>
> BL = 1: sceglie il sottoinsieme
> BH = sottoinsieme (0-16)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov       ah,10h
mov       al,13h
mov       bl,1
mov       bh,3      ; scelta del sottoinsieme 3 dei colori
int       10h
```

Lettura di un solo registro DAC - 15H ✖

Legge il contenuto di un solo registro DAC.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 15h
BX = numero del registro DAC (0-255)

Valore restituito:

DH = livello di intensità del rosso (6 bit)
CH = livello di intensità del verde (6 bit)
CL = livello di intensità del blu (6 bit)

Esempio:

```
mov     ah,10h
mov     al,15h
mov     bx,regnum
int     10h                 ; lettura del registro DAC
mov     green_level,ch
mov     blue_level,cl       ; intensità dei colori
mov     red_level,dh        ; salvataggio dei risultati
```

Lettura di un blocco di registri DAC - 17H ✖

Legge il contenuto di un blocco di registri DAC.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 17h
BX = registro DAC di partenza (0-255)
CX = numero dei registri (1-256)
ES:DX = indirizzo di destinazione per i dati dei registri

Valore restituito:

Il contenuto del registro all'indirizzo destinazione (3 byte per registro)

Esempio:

```
mov     ah,10h
mov     al,17h
mov     bx,regnum       ; definisce il numero del registro di
                        ; partenza
mov     cx,regcount     ; definisce il numero di registri
mov     dx,dac_data     ; punta alla destinazione
int     10h             ; legge i registri DAC
```

Lettura dello stato dei sottoinsiemi di colori - 1AH ✖

Questa sottofunzione restituisce il numero del sottoinsieme corrente dei colori.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 1ah

Valore restituito:

BH = il numero del sottoinsieme corrente dei colori

BL = 0 se sono disponibili 4 sottoinsiemi di colori
BL = 1 se sono disponibili 16 sottoinsiemi di colori

Conversione dei registri DAC a una scala di grigio - 1BH ✖

Questa funzione converte il contenuto di un blocco di registri DAC da valori relativi ai colori a valori di una scala monocromatica. Per ciascun registro, vengono letti i dati dei colori e viene calcolata una somma pesata (30% rosso, 59% verde e 11% blu). Il risultato è quindi scritto in tutte le tre componenti del colore del registro. I dati originariamente contenuti nel registro sono perduti.

Parametri in ingresso:

AH = 10h
AL = 1bh
BX = numero del registro DAC di partenza (0-255)
CX = numero dei registri (1-256)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov        ah,10h
mov        al,1bh
mov        bx,0
```

```
mov     cx,256          ; converte tutti i registri DAC
int     10h             ; dal colore a monocromatico
```

Il caricamento di un generatore di caratteri - 17 (11 hex)

La funzione 17 costituisce il metodo consigliato per il caricamento di un generatore di caratteri (standard o non) nella memoria video per le operazioni di un modo di testo. Il modo in cui opera la scheda viene inizializzato di nuovo, senza però azzerare la memoria. È possibile caricare un generatore di caratteri in modo completo o parziale, usando le seguenti forme differenti:

Sottofunzione 0 & 16 -	caricamento di un generatore di caratteri non standard
Sottofunzione 1 & 17 -	caricamento di un generatore di caratteri monocromatico standard
Sottofunzione 2 & 18 -	caricamento di un insieme di caratteri standard CGA
Sottofunzione 3 & 19 -	selezione degli insiemi di caratteri attivi EGA (0-3)
Sottofunzione 4 & 14 -	caricamento dell'insieme di caratteri a 16 linee VGA
Sottofunzione 32 (20H) -	Inizializza la grafica CGA per un insieme di caratteri non standard (inizializza il vettore INT 1FH)
Sottofunzione 33 (21H) -	Inizializza il modo grafico per la visualizzazione del testo da un insieme di caratteri non standard (inizializza il vettore INT 43H)
Sottofunzione 34 (22H) -	Inizializza il modo grafico per la visualizzazione del testo avanzato (8x14) (inizializza il vettore INT 43H)
Sottofunzione 35 (23H) -	Inizializza il modo grafico per la visualizzazione del testo standard CGA (inizializza il vettore INT 43H)
Sottofunzione 36 (24H) -	Inizializza il modo grafico per la visualizzazione del testo a 16 linee VGA (inizializza il vettore INT 43H)
Sottofunzione 48 (30H) -	restituisce informazioni concernenti l'insieme di caratteri corrente

L'inizializzazione del bit D4 (10 hex) nel registro AL in corrispondenza delle chiamate di sottofunzioni che vanno dalla 0 alla 4 ha come effetto da parte del BIOS il ricalcolo di alcune configurazioni del controllore CRT, come il massimo numero di linee di scansione, la posizione iniziale e finale del cursore e la posizione della sottolineatura, in base al numero di byte per carattere (altezza del carattere). Ciò può essere utile per il caricamento di insieme di caratteri non standard, anche se non esiste la garanzia che funzioni

per tutte le dimensioni di caratteri. Nel caso si utilizzi questa funzione, essa deve essere immediatamente preceduta da un comando di inizializzazione di modo.

Per ulteriori informazioni sui generatori di caratteri, si veda anche:

- La sezione dedicata alla memoria video nei modi di testo, nel capitolo 2.
- Il registro di selezione del generatore di caratteri del sequenzializzatore, nel capitolo 3.

Caricamento di un generatore di caratteri non standard - 0

Questa versione della funzione 17 permette a un programma applicativo di caricare un insieme di caratteri non standard o di sostituire una parte dell'insieme standard con uno non standard. La tabella di caratteri precisata dall'utente deve essere caricata nella memoria del sistema prima della chiamata della funzione: successivamente, può essere cancellata dalla memoria.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 0
ES:BP = indirizzo dei dati relativi all'insieme di caratteri nella RAM di sistema
CX = numero dei caratteri caricati (1-256)
DX = offset (spiazzamento) dei caratteri nella tabella del generatore di caratteri (0-255 - per il caricamento di un insieme parziale di caratteri)
BL = indica quale tabella di caratteri EGA (0-3) deve essere caricata
BH = numero di byte per carattere (1-32)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ax,ds
mov     es,ax                   ; punta all'insieme di caratteri
                                ; che si vuole caricare
mov     bp, offset char_set
```

```
mov     cx,128                  ; caricamento di soli 128
                                ;  caratteri
mov     dx,0                    ; a partire dal carattere 0
mov     bl,1                    ; come insieme di caratteri EGA
                                ; numero 1
mov     bh,14                   ; carattere 8 X 14 = 14 byte per
                                ;  carattere
mov     ah,11h
mov     al,0                    ; caricamento di un insieme di
                                ; caratteri non standard
int     10h                     ; esegue il caricamento
```

Caricamento di un generatore di caratteri monocromatico standard - 1

Questa versione della funzione 17 carica l'insieme di caratteri monocromatico EGA dalla ROM del BIOS nel piano di memoria video numero 2.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 1
BL = indica quale tabella dei caratteri EGA si deve caricare (0-3)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov       ah,11h
mov       al,1       ; caricamento di un insieme di caratteri
                     ;  monocromatici
mov       bl,0       ; come insieme di caratteri EGA numero 0
int       10h
```

Caricamento di un insieme di caratteri standard CGA - 2

Questa versione della funzione 17 carica l'insieme di caratteri standard CGA 8x8 dalla ROM del BIOS nel piano 2 della memoria video EGA.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 2
BL = indica quale tabella dei caratteri EGA si deve caricare (0-3)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,11h
mov      al,2      ;  caricamento  dell'insieme  di  caratteri
CGA
mov      bl,3      ; come  insieme  di  caratteri  EGA  numero  3
int      10h
```

Selezione degli insiemi di caratteri attivi EGA - 3

Questa versione della funzione 17 permette a un programma applicativo di selezionare quale dei quattro generatori di caratteri interni all'EGA risulta essere attivo. Prima di rendere attiva una tabella, occorre caricarvi i dati relativi ai caratteri usando una delle altre versioni della funzione 17.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 3
BL (D0, D1) - Seleziona la tabella attiva per un carattere di testo con il bit 3 degli attributi pari a 0
BL (D2, D3) - Seleziona la tabella attiva per un carattere di testo con il bit 3 degli attributi pari a 1

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov   bl,char_set_2     ; seleziona  il  secondo  insieme  di
                        ; caratteri
shl   bl,1
shl   bl,1
or    bl,char_set_1     ; seleziona  il  primo  insieme  di
                        ; caratteri
```

```
mov   ah,11h
mov   al,3
int   10h
```

Caricamento dell'insieme di caratteri a 16 linee VGA - 4

Carica l'insieme di caratteri standard VGA 8x16 nel piano 2 della memoria video.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 4
BL = indica quale tabella dei caratteri VGA si deve caricare (0-7)

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,11h
mov      al,4       ;caricamento dell'insieme di caratteri VGA
mov      bl,3       ;come insieme di caratteri VGA numero 3
int      10h
```

Inizializzazione del vettore INT 1FH (modi 4, 5 e 6) - 20H

Questa funzione può essere utilizzata nei modi grafici CGA compatibili (i modi 4, 5 e 6) nel caso siano richiesti più di 128 caratteri. Il vettore INT 1FH è utilizzato per puntare a una tabella con 128 caratteri aggiuntivi (in ASCII da 128 a 255) che devono essere forniti dal programma applicativo. Tutti i caratteri devono essere alti 8 pixel.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 20h
ES:BP = indirizzo nella RAM di sistema dove devono essere memorizzati i caratteri.

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ax,ds
mov      es,ax
mov      bp,offset_char_tab
mov      ah,11
mov      al,20h
int      10h                 ;inizializza  il  vettore
```

Inizializzazione del modo grafico per la visualizzazione di un insieme di caratteri non standard - 21H

Questa funzione può essere utilizzata da applicazioni che combinano il testo con la grafica. La scheda viene inizializzata nel modo grafico in cui il testo viene tracciato usando un insieme di caratteri non standard. L'insieme di caratteri deve rimanere residente nella memoria di sistema dal momento che non viene caricato nella memoria video dell'EGA.
Mentre i normali modi di testo operano con 25 linee di testo, quelli grafici consentono di variare il numero di linee. L'insieme di caratteri CGA 8x8 può essere visualizzato su un dispositivo video avanzato con 43 linee di testo.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 21h
ES:BP = indirizzo della tabella dei caratteri non standard nella RAM di sistema
CX = byte per carattere
BL = numero di righe di caratteri visualizzate:
 BL = 1-14 righe di caratteri
 BL = 2-25 righe di caratteri
 BL = 3-43 righe di caratteri
 BL = 0-DL contiene il numero di righe di caratteri

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ax,ds
mov      es,ax
mov      bp,offset_char_set       ;  lettura  dell'indirizzo
mov      cx,8                     ;  8 byte  per  carattere
```

```
mov     bl,3                    ; 43 righe di testo
mov     ah,11h
mov     al,21h
int     10h
```

Inizializzazione del modo grafico per la visualizzazione del testo avanzato - 22H

Questa funzione inizializza la scheda in un modo grafico e la configura in modo da visualizzare l'insieme di caratteri standard EGA.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 22H
BL indica il numero di righe di caratteri sullo schermo
BL = 1 - 14 righe di caratteri
BL = 2 - 25 righe di caratteri

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,11h
mov     al,22h          ; configura per il testo avanzato
mov     bl,3            ; 25 righe di caratteri
int     10h
```

Inizializzazione del modo grafico per la visualizzazione del testo standard CGA - 23H

Questa funzione inizializza la scheda in un modo grafico e la configura in modo da visualizzare l'insieme di caratteri standard CGA.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 23H
BL indica il numero di righe di caratteri sullo schermo

BL = 2 - 25 righe di caratteri
BL = 3 - 43 righe di caratteri

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,11h
mov      al,23h          ; configura per il testo CGA
mov      bl,3            ; 43 righe
int      10h
```

Inizializza il modo grafico per la visualizzazione del testo VGA - 24H ✖

Questa funzione inizializza la scheda per un modo grafico e la configura in modo da visualizzare l'insieme di caratteri VGA di altezza pari a 16 pixel.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
AL = 24H
BL indica il numero di righe di caratteri sullo schermo
BL = 1 - 14 righe di caratteri
BL = 2 - 25 righe di caratteri
BL = 3 - 43 righe di caratteri

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov      ah,11h
mov      al,24h          ;configura per il testo VGA
mov      bl,3            ;43 righe
int      10h
```

Restituzione di informazioni concernenti l'insieme di caratteri corrente - 30H

Quest'ultima versione della funzione 17 può essere impiegata per ottenere informazioni riguardanti l'insieme di caratteri correntemente utilizzati.

Parametri in ingresso:

AH = 11h
ALM = 30h
BH = tipo di informazione richiesta
BH = 0: restituisce il puntatore corrente INT 1FH
BH = 1: restituisce il puntatore corrente INT 43H
BH = 2: restituisce il puntatore all'insieme di caratteri avanzati (8x14)
BH = 3: restituisce il puntatore all'insieme di caratteri CGA (8x8)
BH = 4: restituisce il puntatore alla metà superiore dell'insieme di caratteri 8 x 8 su ROM
BH = 5: restituisce il puntatore all'insieme di caratteri alternativo 9x14 monocromatici
BH = 6: restituisce il puntatore all'insieme di caratteri alternativo 8x16 monocromatici
BH = 7: restituisce il puntatore all'insieme di caratteri alternativo 9x16 monocromatici

Valore restituito:

CL = altezza del carattere (numero di righe del carattere)
DL = righe di caratteri sullo schermo
ES:BP = restituisce il puntatore

Esempio:

```
mov      ah,11h
mov      al,30h
mov      bh,0
int      10h                ; ottiene informazioni sull'insieme
                            ; di caratteri
mov      char_height,cl
mov      char_rows,dl
```

Lettura dello stato della scheda EGA (selezione di una routine di print screen alternativa) - 18 (12 hex)

La funzione 18 è in effetti un gruppo di funzione scorrelate contrassegnate dallo stesso numero:

Sottofunzione 20h - restituisce informazioni sulla configurazione corrente EGA/VGA.

Questa funzione può essere usata per determinare se la scheda EGA è presente nel sistema, permettendo così alle applicazioni di configurare automaticamente il sistema (si veda l'esempio che segue).

Sottofunzione 20h - seleziona una routine alternativa di print screen.

Le seguenti sottofunzioni sono disponibili solo su scheda VGA e possono essere utilizzate anche per verificare la presenza della VGA nel sistema. Se la scheda è presente, la chiamata della funzione restituisce un valore pari a 12h nel registro AL:

Sottofunzione 30h - seleziona le linee di scansione per il modo di testo (solo VGA).
Sottofunzione 31h - abilita/disabilita il caricamento della tavolozza al momento della selezione del modo (solo VGA).
Sottofunzione 32h - abilita/disabilita la scheda VGA (solo VGA).
Sottofunzione 33h - abilita/disabilita la conversione alla scala di grigio (solo VGA).
Sottofunzione 34h - abilita/disabilita l'emulazione del cursore CGA (solo VGA).
Sottofunzione 35h - commuta il video (solo VGA).
Sottofunzione 36h - abilita/disabilita la visualizzazione (solo VGA).

Restituzione di informazioni sulla configurazione corrente EGA/VGA - 10H

Oltre a fornire utili informazioni sullo stato corrente della scheda video, questa funzione può essere utilizzata anche per determinare la presenza di una scheda EGA o VGA nel sistema, consentendo alle applicazioni di configurarsi automaticamente in base al sistema.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 10h

Valore restituito:

BH = 1 se la scheda è in un modo monocromatico
BH = 0 se la scheda è in un modo a colori

BL = 0 se l'EGA ha 64 KB di memoria video
BL = 1 se l'EGA ha 128 KB di memoria video

BL = 2 se l'EGA ha 192 KB di memoria video
BL = 3 se l'EGA ha 256 KB di memoria video

CH = bit di controllo ausiliario
CL = interruttori di configurazione EGA

Se non sono presenti nel sistema schede EGA o VGA, il contenuto di BH e BL rimane non modificato dalla chiamata di funzione. Questo fatto può essere sfruttato per verificare la presenza delle schede, come illustrato nel seguente esempio:

Esempio:

```
mov     bh,55h          ;un valore arbitrario ma noto ni BH
mov     ah,12h
mov     bl,10h          ;legge lo stato della scheda EGA
int     10h
cmp     bh,55h
je      no_ega          ;la scheda EGA è presente?
mov     mode,bh
mov     memsize,bl      ;salvataggio del risultato
```

Selezione di una routine alternativa di print screen - 20H

Questa seleziona una routine alternativa di print screen in grado di stampare lo schermo in un modo di testo a 43 righe.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 20h

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
mov     ah,12h
mov     bl,20h
int     10h     ;abilita la routine alternativa di print
                ; screen
```

Selezione delle linee di scansione per il modo di testo - 30H ✖

Questa funzione aumenta la compatibilità VGA con la scheda CGA selezionando la risoluzione dello schermo usata nel modo di testo e che verrà utilizzata al momento della inizializzazione del modo. È possibile impiegare modi di testo avanzati con il software CGA sfruttando i comandi di selezione di modo.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 30h

AL = 0: utilizza un modo a 200 linee a doppia scansione con il testo CGA (8x8).
AL = 1: utilizza un modo a 350 linee a doppia scansione con il testo avanzato EGA (8x14).
AL = 2: utilizza un modo a 400 linee a doppia scansione con il testo avanzato VGA (9x 16).

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
mov     ah,12h
mov     bl,30h
mov     al,0        ;la successiva selezione di modo utilizzerà
                    ; il testo CGA a doppia scansione
int     10h
```

Abilitazione/disabilitazione del caricamento della tavolozza al momento della selezione del modo- 31H

Questa funzione può essere usata per evitare che la tavolozza sia inizializzata con i valori di default durante un'operazione di selezione del modo, il che può essere utile se è stata programmata una tavolozza utente.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 31h

AL = 0: abilita l'inizializzazione della tavolozza al momento della selezione del modo
AL = 1: disabilita l'inizializzazione della tavolozza al momento della selezione del modo

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
mov     ah,12h
mov     bl,31h
mov     al,1        ;disabilita  l'inizializzazione  della
                    ;tavolozza
int     10h         ;per consentire l'utilizzo di una tavolozza
                    ;non  standard
```

Abilitazione/disabilitazione della scheda VGA-32H ✖

Questa funzione inibisce ogni risposta della scheda VGA a richieste di I/O o di lettura o scrittura in memoria. La visualizzazione non ne è influenzata.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 32h

AL = 0: abilita la VGA
AL = 1: disabilita la VGA

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
mov    ah,12h
mov    bl,32h
mov    al,1     ;disabilita l'I/O e la memoria della scheda VGA
int    10h
```

Abilitazione/disabilitazione della conversione alla scala di grigio-33H ✖

Questa funzione abilita e disabilita la conversione di scala di grigio per la scheda VGA. Se abilitata, la conversione di scala di grigio viene eseguita al momento del caricamento dei registri dalle chiamate delle funzioni di selezione di modo o di caricamento dei registri DAC.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 33h

AL = 0: abilita la conversione alla scala di grigio
AL = 1: disabilita la conversione alla scala di grigio

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
mov    ah,12h
mov    bl,33h
mov    al,1     ;disabilita la conversione alla scala di grigio
int    10h
```

Abilitazione/disabilitazione dell'emulazione del cursore CGA-34H ✖

Questa funzione è volta alla soluzione del problema di compatibilità che si verifica nel software CGA in cui si seleziona una forma del cursore utilizzato con la scheda EGA o nel testo avanzato VGA. A causa delle maggiori dimensioni della griglia di carattere utilizzata nel testo avanzato, il cursore appare in una posizione errata all'interno della griglia a meno che non si abiliti l'emulazione del cursore CGA per far assumere ai parametri del cursore (inizio e fine del cursore) valori differenti.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 34h

AL = 0: abilita l'emulazione del cursore CGA
AL = 1: disabilita l'emulazione del cursore CGA

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
mov        ah,12h
mov        bl,34h
```

```
mov      al,1     ;disabilita l'emulazione del cursore CGA
int      10h
```

Commutazione del video-35H ✖

Questa funzione può essere utilizzata per commutare dalla scheda VGA, situata sulla scheda madre nei sistemi PS/2, a una scheda video aggiuntiva, anche nel caso in cui le due schede abbiano conflitti tra gli spazi di memoria o di I/O. Il PS/2 inizializza la scheda aggiuntiva come scheda principale. Le quattro versioni di questa funzione devono essere eseguite in un ordine opportuno affinché si abbia correttamente la commutazione.
Il programma di chiamata deve fornire un puntatore a un buffer di 128 byte per la memorizzazione dei dati relativi allo stato del video.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 35h
ES:DX = puntatore a un buffer di 128 byte per il salvataggio dello stato

AL = 0: disabilita la scheda video aggiuntiva (valore da usarsi per primo)
AL = 1: abilita la scheda VGA (valore da usarsi per secondo)

AL = 2: disabilita la scheda video attiva (utilizzato per successive commutazioni)
AL = 3: abilita la scheda non attiva (utilizzato per successive commutazioni)

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
;prima commutazione del video

mov      ah,12h
mov      bl,35h
les      dx,buffer
mov      al,0
int      10h                ;disabilita la scheda aggiuntiva

mov      ah,12h
mov      bl,35h
les      dx,buffer
```

```
mov     al,1
int     10h                ;abilita la scheda VGA

;per le successive commutazione:

mov     ah,12h
mov     bl,35h
les     dx,buffer
mov     al,2
int     10h                ;disabilita la scheda corrente

mov     ah,12h
mov     bl,35h
les     dx,buffer
mov     al,3
int     10h                ;abilita l'altro video
```

Abilitazione/disabilitazione della visualizzazione-36H ✖

Questa funzione abilita o disabilita la visualizzazione con scheda VGA.

Parametri in ingresso:

AH = 12h
BL = 36h

AL = 0: abilita la visualizzazione
AL = 1: disabilita la visualizzazione

Valore restituito: AL = 12h

Esempio:

```
mov     ah,12h
mov     bl,36h
mov     al,1
int     10h           ;disabilita la visualizzazione VGA
```

La scrittura di stringhe di testo - 19 (13 hex)

La funzione 19 consente ad un'applicazione di passare un'intera stringa di testo al BIOS affinché sia visualizzata sullo schermo. La stringa di testo può essere costituita da dati ASCII, o può comprendere anche dati relativi agli attributi. Il cursore può essere posizionato alla fine del testo o può conservare la sua posizione invariata. I caratteri ASCII di BELL (7, segnale acustico), BACKSPACE (8, spazio vuoto), CARRIAGE RETURN (0D hex, ritorno del carrello) e LINEFEED (0A hex, avanzamento di linea) sono riconosciuti in modo che venga eseguita la funzione ad essi associata.

Parametri in ingresso:

AH =13h
BH = numero di pagine visualizzate
CX = contatore dei caratteri (lunghezza della stringa)
DH = numero della linea di partenza della stringa
DL = numero della colonna di partenza della stringa
ES:BP = indirizzo della stringa sorgente di testo nella RAM di sistema
AL = modo
AL = 0: BL = attributo per tutti i caratteri. La posizione del cursore non è aggiornata
AL = 1: BL = attributo per tutti i caratteri. La posizione del cursore è aggiornata
AL = 2: La stringa contiene sia caratteri ASCII sia attributi. La posizione del cursore non è aggiornata
AL = 3: La stringa contiene sia caratteri ASCII sia attributi. La posizione del cursore è aggiornata

Valore restituito: nessuno

Esempio:

```
string db "CIAO", 0Dh, 0Ah
end_string   db 0

mov    ax,cs
mov    es,ax
mov    bp,offset  string      ;legge l'indirizzo della stringa
mov    bh,active_page         ;in output alla pagina corrente
mov    cx,string_end-string   ;legge il numero di caratteri
mov    dx,0                   ;visualizza in cima alla pagina
mov    al,1                   ;la posizione del cursore è
                              ;aggiornata
```

```
mov     bl,7                    ;attributo   normale
int     10h
```

Per ulteriori informazioni sulla scrittura di caratteri, si veda anche:

- Le funzioni BIOS di scrittura di caratteri e attributi (9), scrittura di caratteri (10) e scrittura di caratteri e avanzamento del cursore (14).

Lettura o scrittura della configurazione - 26 (1A hex) ✖

Questa funzione è utilizzata per leggere o modificare informazioni relative alla configurazione corrente del dispositivo di visualizzazione nel sistema. È costituita da due sottofunzioni:

Lettura del codice di configurazione del video - 0

Restituisce la configurazione corrente del video.

Parametri in ingresso:

AH =1ah
AL = 0

Valore restituito:

AL = 1ah
BL = video principale
BH = video secondario

L'informazione relativa al video è interpretata come segue:

0 = nessuna visualizzazione
1 = MDA
2 = CGA
3 = EGA con video ECD
4 = EGA con video CD
5 = EGA con video monocromatico
6 = PGC (Professional Graphics Controller)
7 = VGA con video monocromatico

8 = VGA con video a colori
0bh = MCGA con video monocromatico
0ch = MCGA con video a colori

Esempio:

```
mov      ah,1ah
mov      al,0
int      10h               ; legge la configurazione video
mov      primary,bl
mov      secondary,bh      ; salvataggio dei risultati
```

Scrittura del codice di configurazione del video - 1 ✖

Modifica l'informazione relativa alla configurazione video corrente.

Parametri in ingresso:

AH =1ah
AL = 1
BL = informazione sul video principale
BH = informazione sul video secondario

Per una spiegazione dei codici dell'informazione, si veda la sottofunzione 1.

Valore restituito: AL = 1ah

Esempio:

```
mov      ah,1ah
mov      al,1
mov      bl,primary
mov      bh,secondary
int      10h          ;inizializza i dati relativi alla
                      ;configurazione
```

Lettura dello stato della scheda VGA - 27 (1B hex) ✖

Fornisce informazioni sullo stato del video.

Parametri in ingresso:

AH = 1bh
BX = 0
ES:DI = puntatore a un buffer di 64 byte di dati restituititi dalla funzione

Valore restituito:

AL = 1bh
Le seguenti informazioni sono restituite nel buffer:

Byte	Dimensione	Contenuto
0-3	doppia parola	puntatore alla STATIC FUNCTIONALITY TABLE
4	byte	modo corrente di visualizzazione
5,6	parola	numero di colonne di caratteri
7,8	parola	dimensione dell'area di dati video (REGEN BUFFER) in byte
9,0ah	parola	indirizzo di REGEN BUFFER
0bh,1ah	8 parole	posizione del cursore fino a 8 pagine
1bh	byte	posizione iniziale del cursore
1ch	byte	posizione finale del cursore
1dh	byte	pagina di visualizzazione corrente
1eh	parola	indirizzo del controllore CRT (3B4/3D4)
22h	byte	numero di linee di testo
23h	byte	altezza dei caratteri (in pixel)
25h	byte	codice di configurazione video (video attivo)
26h	byte	codice di configurazione video (video non attivo)
27h,28h	parola	numero di colori del modo corrente
29h	byte	numero di pagine visualizzate nel modo corrente
2ah	byte	numero di linee di scansione nel modo corrente 0=200 1=350 2=400 3=480
2bh	byte	mappa di caratteri principale (0-7)
2ch	byte	mappa di caratteri secondaria (0-7)
2dh	byte	Informazioni varie sullo stato: D5 = 1 - abilitazione del carattere lampeggiante D5 = 0 - abilitazione dell'intensificazione dello sfondo D4 = 1 - abilitazione dell'emulazione del cursore CGA D3 = 1 - disabilitazione della tavolozza di default D2 = 1 - collegamento con video monocromatico D1 = 1 - abilitazione della conversione di scala di grigio

31h	byte	dimensione della memoria video 0=64KB 1=128KB 2=192KB 3=256KB
32h	byte	salvataggio dell'informazione sullo stato dei puntatori D4 = 1 - attivazione della sovrascrittura della tavolozza D3 = 1 - attivazione della sovrascrittura degli stili di caratteri D2 = 1 - attivazione della sovrascrittura dello stile alfa D1 = 1 - attivazione dell'area di salvataggio dinamica D1 = 0 - attivazione dell'insieme di 512 caratteri

La formattazione della Static Functionality table (tabella di funzionalità statica) è la seguente:

Byte	Dimensione	Contenuto
0-2	3 byte	Tabella dei modi di visualizzazione previsti - un bit per modo

byte 0 bit/modo	byte 1 bit/modo	byte 2 bit/modo
D7 - 7	D7 - F	D7
D6 - 6	D6 - E	D6
D5 - 5	D5 - D	D5
D4 - 4	D4 - C	D4
D3 - 3	D3 - B	D3 - 13
D2 - 2	D2 - A	D2 - 12
D1 - 1	D1 - 9	D1 - 11
D0 - 0	D0 - 8	D0 - 10

7	byte	risoluzioni disponibili D2 - 400 linee di scansione D1 - 350 linee di scansione D2 - 200 linee di scansione
8	byte	numero di mappe di caratteri di testo
9	byte	massimo numero di mappe di caratteri di testo attive
0ah	byte	Funzioni varie D7 - tabelle di colori DAC multiple D6 - tavolozza DAC D5 - tavolozza EGA D4 - emulazione del cursore CGA D3 - caricamento della tavolozza di default D2 - caricamento degli stili di caratteri

		D1 - conversione della scala di grigio
		D0
0bh	byte	Funzioni varie
		D3 - codici di configurazione video
		D2 - abilitazione dei caratteri lampeggianti
		D1 - salvataggio/ripristino dello stato del video
		D0 - gestione penna luminosa
0eh	byte	Funzioni di salvataggio dello stato dei puntatori
		D4 - attivazione della sovrascrittura della tavolozza
		D3 - attivazione della sovrascrittura degli stili di caratteri
		D2 - attivazione della sovrascrittura dello stile alfa
		D1 - attivazione dell'area di salvataggio dinamica
		D0 - attivazione dell'insieme di 512 caratteri

Salvataggio/ripristino dello stato della scheda video - 28 (1C hex) ✖

Questa funzione può essere utilizzata per salvare e ripristinare lo stato della scheda, cosa particolarmente utile quando la scheda deve passare più volte da un modo ad un'altro. Comprende le sottofunzioni:

Sottofunzione 0 - Lettura della dimensione richiesta del buffer
Sottofunzione 1 - Salvataggio dello stato della scheda video
Sottofunzione 2 - Ripristino dello stato della scheda video

Lettura della dimensione richiesta del buffer - 0 ✖

Restituisce la dimensione richiesta dell'area di buffer che deve essere fornita dall'host per la memorizzazione dell'informazione relativa allo stato.

Parametri in ingresso:

AH = 1ch
AL = 0
CX = tipo di dato che deve essere salvato
    0 = registri
    1 = area di dati BIOS
    2 = registri DAC

Valore restituito:

AL = 1ch
BX = dimensione richiesta del buffer (in blocchi di 64 byte)

Esempio:

```
mov      ah,1ch
mov      al,0
mov      cx,2        ;trova la dimensione richiesta del buffer
int      10h         ;per salvare i registri DAC
mov      size,bx
```

Salvataggio dello stato della scheda video - 1 ✖

Questa sottofunzione esegue il salvataggio dei dati relativi allo stato della scheda in un'area di buffer fornita dal programma che esegue la chiamata.

Parametri in ingresso:

AH = 1ch
AL = 1
CX = tipo di dato che deve essere salvato
 0 = registri
 1 = area di dati BIOS
 2 = registri DAC
 ES:BX = puntatore al buffer di salvataggio

Valore restituito: AL = 1ch

Esempio:

```
mov   ah,1ch
mov   al,1
mov   cx,2
les   bx,data_buffer
int   10h                ;salvataggio dell'area di dati BIOS
```

Questa sottofunzione ripristina i dati relativi allo stato della scheda leggendoli dall'area di buffer fornita dal programma che esegue la chiamata.

Parametri in ingresso:

AH = 1ch
AL = 2
CX = tipo di dato che deve essere salvato
0 = registri
1 = area di dati BIOS
2 = registri DAC
ES:BX = puntatore al buffer di salvataggio

Valore restituito: AL = 1ch

Esempio:

```
mov      ah,1ch
mov      al,1
mov      cx,0
les      bx,reg_buffer
int      10h                ; ripristina i registri VGA
```

L'AREA DI DATI BIOS

Le variabili nella parte bassa della memoria

Il BIOS mantiene memorizzate un certo numero di variabili per conservare importanti informazioni, come il modo di visualizzazione corrente e la posizione del cursore. Esse sono memorizzate nel segmento 0000 hex della memoria di sistema nei byte 400-500 hex. I programmi che modificano direttamente lo stato del video dovrebbero aggiornare tali variabili per evitare conflitti da parte del BIOS.

0000:0410 BYTE EQUIPMENT_FLAG
I bit D4 e D5 di questo byte identificano il dispositivo di visualizzazione corrente:

		D5 D4	Scheda
		0 0	EGA (o nessuna)
		0 1	CGA 40x25
		1 0	CGA 80x25
		1 1	MDA
0000:0449	BYTE	VIDEO_MODE	(modo corrente)
0000:044A	PAROLA	COLUMNS	(numero di colonne di testo)
0000:044C	PAROLA	PAGE_LENGHT	(lunghezza di ciascuna pagina in byte)
0000:044E	PAROLA	START_ADDR	(valore del registro di indirizzo iniziale)
0000:0450	8 PAROLE	CURSOR_POSITION	(posizioni del cursore per tutte le pagine)
0000:0458	PAROLA	CURSOR_SHAPE	(registri di fine e inizio cursore)
0000:045A	BYTE	ACTIVE_PAGE	(numero della pagina attiva corrente)
0000:045B	PAROLA	CRTC_ADDRESS	(3B4 o 3D4)
0000:045D	BYTE	MODE_REG_DATA	(inizializzazione del registro di modo CGA)
00000:045E	BYTE	PALETTE	(inizializzazione della tavolozza CGA)
0000:0484	BYTE	ROWS	(numero di linee di testo - 1)
0000:0485	PAROLA	CHAR_HEIGHT	(byte per carattere)
0000:0485	BYTE	EGA_INFO_1	

D7 - è uguale al valore del bit D7 del registro AL in base alla selezione di modo più recente (un uno indica che la memoria video non era stata azzerata dalla selezione del modo)

D6,D5 - la dimensione della memoria video (00 = 64K, 01=128K, 10=192K, 11=256K)

D4 - riservato

D3 - Uno zero indica che l'EGA è il dispositivo di visualizzazione principale.

D2 - Un uno forza il BIOS all'attesa del segnale di ritraccia verticale prima di scrivere nella memoria video.

D1 - Un uno indica che l'EGA è in modo monocromatico

D0 - Uno zero indica che è abilitata l'emulazione del cursore CGA. Se si utilizza il testo avanzato la forma del cursore viene modificata.

0000:0488	BYTE	EGA_INFO_2

		D4 - D7 - bit di controllo ausiliario (dal registro di controllo ausiliario) D0 - D3 - inizializzazione della commutazione di configurazione EGA
0000:04A8	DOPPIA PAROLA	ENVIRON_PTR

ENVIRON_PTR contiene un puntatore di doppia parola (quattro byte) che punta alla tabella di ambiente, che è una tabella di puntatori.

La tabella di ambiente

La tabella di ambiente contiene otto puntatori di doppia parola, definiti come segue:

- **Puntatore 1** (obbligatorio): il puntatore alla tabella dei parametri, che contiene i valori di default dei registri EGA/VGA per il modo corrente.

- **Puntatore 2** (opzionale): il puntatore all'area di salvataggio dinamica, cioè un'area opzionale di 256 byte utilizzata dal BIOS per salvare le informazioni relative alla tavolozza durante la selezione del modo. Dal momento che questo dato è semplicemente copiato dalla tabella dei parametri, può essere considerato ridondante.

- **Puntatore 3** (opzionale): il puntatore alla tabella degli insiemi di caratteri ausiliari del modo di testo, che controlla come l'utente ha definito gli insiemi di caratteri utilizzati nei modi di testo.

- **Puntatore 4** (opzionale): il puntatore alla tabella degli insiemi di caratteri ausiliari del modo grafico, che controlla come l'utente ha definito gli insiemi di caratteri utilizzati nei modi grafici.

- **Puntatore 5** (opzionale - solo per VGA): il puntatore all'area di salvataggio secondaria VGA, che è un'espansione della tabella di ambiente.

- **I puntatori 6,7 e 8** sono riservati. Tutti i puntatori opzionali devono essere posti pari a zero se non vengono utilizzati.

Al momento dell'inizializzazione del sistema, il puntatore di ambiente punta alla tabella di ambiente nella ROM. La tabella di ambiente di default possiede una sola voce: il puntatore alla tabella dei parametri. Per modificare la tabella di ambiente, occorre prima copiarla dalla ROM alla RAM e quindi aggiornare il puntatore di ambiente.

La tabella dei parametri

La tabella dei parametri è utilizzata per l'inizializzazione dei registri EGA/VGA. Essa possiede un registro di default per ciascun modo standard e contiene 64 byte per modo, organizzati come segue:

Byte	Contenuto	
0	numero di colonne di testo	
1	numero di righe di testo	
2	altezza dei caratteri (in pixel)	
3 e 4	lunghezza della pagina di visualizzazione (in byte)	
	Valori dei registri del sequenzializzatore:	
5		Registro del modo del clock
6		Registro di abilitazione in scrittura dei piani di colore
7		Registro di selezione del generatore di caratteri
8		Registro del modo di memoria
9	Registri vari	
	Valori dei registri del controllore degli attributi:	
0Ah		Registro di totale orizzontale
0bh		Registro di fine visualizzazione orizzontale
0Ch		Registro di inizio blanking orizzontale
0dh		Registro di fine blanking orizzontale
0eh		Registro di inizio ritraccia orizzontale
0fh5		Registro di fine ritraccia orizzontale
10h		Registro di totale verticale
11h		Registro di overflow
12h		Registro di preset di scansione di riga
13h		Registro di max linee di scansione
14h		Registro di inizio cursore
15h		Registro di fine cursore
16h-19h		Non utilizzati
1ah		Registro di inizio ritraccia verticale
1bh		Registro di fine ritraccia verticale
1ch		Registro di fine di visualizzazione verticale

1dh	Registro di offset (spiazzamento)
1eh	Registro della posizione della sottolineatura
1fh	Registro di inizio blanking verticale
20h	Registro della fine blanking verticale
21h	Registro del controllo del modo
22h	Registro del confronto fra linee
Valori dei registri del controllore degli attributi:	
23h	Registro 0 della tavolozza dei colori
24h	Registro 1 della tavolozza dei colori
25h	Registro 2 della tavolozza dei colori
26h	Registro 3 della tavolozza dei colori
27h	Registro 4 della tavolozza dei colori
28h	Registro 5 della tavolozza dei colori
29h	Registro 6 della tavolozza dei colori
2ah	Registro 7 della tavolozza dei colori
2bh	Registro 8 della tavolozza dei colori
2ch	Registro 9 della tavolozza dei colori
2dh	Registro 10 della tavolozza dei colori
2eh	Registro 11 della tavolozza dei colori
2fh	Registro 12 della tavolozza dei colori
30h	Registro 13 della tavolozza dei colori
31h	Registro 14 della tavolozza dei colori
32h	Registro 15 della tavolozza dei colori
33h	Registro di controllo del modo
34h	Colore del bordo dello schermo (Overscan)
35h	Registro di abilitazione dei piani di colore
36h	Registro di panning orizzontale
Valori dei registri del controllore grafico:	
37h	Registro di set/reset
38h	Registro di abilitazione set/reset
39h	Registro di confronto fra colori
3ah	Selezione di funzione & rotazione di dati
3bh	Registro di selezione del piano in lettura
3ch	Registro del modo
3dh	Registro di funzioni varie
3eh	Registro di disabilitazione del colore
3fh	Registro di maschera su bit

I modi sono ordinati nella tabella come segue:

Tabella #	Modo
0	0
1	1
2	2

3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	
9	9	
10	A	
11	B	
12	C	
13	D	
14	E	
15	F	(EGA co 64K byte di RAM video)
16	10	(EGA co 64K byte di RAM video)
17	F	(più di 64K byte)
18	10	(più di 64K byte)
19	0*	
20	1*	
21	2*	
22	3*	
23	0+, 1+ (solo VGA)	
24	2+, 3+ (solo VGA)	
25	7+ (solo VGA)	
26	11 (solo VGA)	
27	12 (solo VGA)	
28	13 (solo VGA)	

Tabella degli insiemi di caratteri ausiliari del modo di testo

Questa tabella controlla il caricamento delle tabelle degli stili definiti dall'utente nei modi di testo. Il suo formato è il seguente:

Byte	Dimensione	Contenuto
0	byte	byte per carattere
1	byte	numero della mappa di caratteri (0-3 per EGA, 0-7 per VGA)
2,3	parola	numero di caratteri
4,5	parola	numero del primo carattere
6,7,8,9	doppia parola	puntatore all'insieme di caratteri nella memoria di sistema
10	byte	altezza dei caratteri (in pixel)

11 -n	byte	elenco dei modi con i quali risulta compatibile questo insieme di caratteri, terminato da FFh

Tabella degli insiemi di caratteri ausiliari del modo grafico

Questa tabella determina come visualizzare un insieme di caratteri definito dall'utente in un modo grafico.

Byte	**Dimensione**	**Contenuto**
0	byte	numero di righe di caratteri sul video
1,2	parola	byte per carattere
3,4,5,6	doppia parola	puntatore all'insieme di caratteri nella memoria di sistema
7-n	byte	elenco dei modi con i quali risulta compatibile questo insieme di caratteri, terminato da FFh

Appendice A

TABELLE UTILI

A-1. LA MAPPA DI MEMORIA EGA/VGA

Tabella A-1. La mappa di memoria EGA/VGA

Locazione	Dimensione	Descrizione	
0000:0040	DOPPIA PAROLA	Vettore di interruzione 10h - Funzioni BIOS EGA/VGA	
0000:0108	DOPPIA PAROLA	Vettore di interruzione 42h - Funzioni precedenti BIOS	
0000:010C	DOPPIA PAROLA	Vettore di interruzione 43h - Puntatore all'insieme di caratteri CGA (8x8)	
0000:007C	DOPPIA PAROLA	Vettore di interruzione 1Fh - Puntatore opzionale ai 128 caratteri superiori 8x8 CGA	
0000:0410	BYTE	EQUIPMENT_FLAG I bit D4 e D5 di questo byte identificano il dispositivo di visualizzazione corrente: D5 D4 — Scheda 0 0 — EGA (o nessuna) 0 1 — CGA 40x25 1 0 — CGA 80x25 1 1 — MDA	
0000:0449	BYTE	VIDEO_MODE	modo corrente
0000:044A	PAROLA	COLUMNS	numero di colonne di testo
0000:044C	PAROLA	PAGE_LENGHT	lunghezza di ciascuna pagina in byte
0000:044E	PAROLA	START_ADDR	valore del registro di indirizzo iniziale

Tabella A-1. La mappa di memoria EGA/VGA

0000:0450	8 PAROLE	CURSOR_POSITION	posizioni del cursore per tutte le pagine
0000:0458	PAROLA	CURSOR_SHAPE	registri di fine e inizio cursore
0000:045A	BYTE	ACTIVE_PAGE	numero della pagina attiva corrente
0000:045B	PAROLA	CRTC_ADDRESS	3B4 o 3D4
0000:045D	BYTE	MODE_REG_DATA	inizializzazione del registro di modo CGA
00000:045E	BYTE	PALETTE	inizializzazione della tavolozza CGA
0000:0484	BYTE	ROWS	numero di linee di testo - 1
0000:0485	PAROLA	CHAR_HEIGHT	byte per carattere
0000:0487	BYTE	EGA_INFO_1	

D7 - è uguale al valore del bit D7 del registro AL in base alla selezione di modo più recente (un uno indica che la memoria video non era stata azzerata dalla selezione del modo)

D6,D5 - la dimensione della memoria video (00 = 64K, 01=128K, 10=192K, 11=256K)

D4 - riservato

D3 - Uno zero indica che l'EGA è il dispositivo di visualizzazione principale.

D2 - Un uno forza il BIOS all'attesa del segnale di ritraccia verticale prima di scrivere nella memoria video.

D1 - Un uno indica che l'EGA è in modo monocromatico

D0 - Uno zero indica che è abilitata l'emulazione del cursore CGA. Se si utilizza il testo avanzato la forma del cursore viene modificata.

0000:0488	BYTE	EGA_INFO_2	

D4 - D7 - bit di controllo ausiliario (dal registro di controllo ausiliario)

D0 - D3 - inizializzazione della commutazione di configurazione EGA

0000:04A8	DOPPIA PAROLA	ENVIRON_PTR	Puntatore alla tabella di ambiente

Tabella A-1. La mappa di memoria EGA/VGA

A000:0000-FFFF	memoria video (modi grafici)
B000:0000-7FFF	memoria video (modo monocromatico di testo) pagina 0 Hercules
B8000:0000-7FFF	memoria video (testo a colori e grafica CGA) pagina 1 Hercules
C000:0000-3FFF	BIOS EGA/VGA

A-2. Riassunto dei registri di controllo

3BB - Latch della penna luminosa azzerato (solo EGA)

3BC - Latch della penna luminosa inizializzato a 1 (solo EGA)

3C2 - Registri di output generale

D7 - Polarità del sincronismo verticale
D6 - Polarità del sincronismo orizzontale
D5 - bit di pagina pari/dispari
D4 - Video disabilitato
D3 - Scelta del clock 0
D2 - Scelta del clock 0
D1 - Abilitazione della RAM video
D0 - Scelta degli indirizzi di I/O

3DA o 3BA - Registro di controllo ausiliario (solo EGA)

D7-D2 - riservati (0)
D1 - bit 1 di controllo ausiliario
D0 - bit 0 di controllo ausiliario

3C2 - Registro di stato di input 0

D7 - interruzione di ritraccia verticale
D6 - bit 1 di sensore ausiliario
D5 - bit 0 di sensore ausiliario
D4 - sensore degli interruttori
D3 - non utilizzato
D2 - non utilizzato
D1 - non utilizzato
D0 - non utilizzato

3DA o 3BA - Registro di stato di input 1

D7 - non utilizzato
D6 - non utilizzato
D5 - Diagnostica
D4 - Diagnostica
D3 - Ritraccia verticale
D2 - Interruttore della penna luminosa (solo EGA)
D1 - Abilitazione della penna luminosa (solo EGA)
D0 - Abilitazione video

3C3- Abilitazione della scheda VGA (solo per VGA)

D7-D1 - Riservati
D0 - Abilitazione/disabilitazione VGA

3D4, 3D5 o 3B4, 3B5 - Registri del controllore CRT

INDICE 0 - TOTALE ORIZZONTALE
INDICE 1 - FINE VISUALIZZAZIONE ORIZZONTALE
INDICE 2 - INIZIO BLANKING ORIZZONTALE
INDICE 3 - FINE BLANKING ORIZZONTALE
D7 - deve essere 0 per l'EGA, 1 per la VGA

D6 - D5 - Controllo di abilitazione skew del video

D4 - D0 - fine blanking orizzontale

INDICE 4 - INIZIO RITRACCIA ORIZZONTALE

INDICE 5 - FINE RITRACCIA ORIZZONTALE

D7 - Inizio ad indirizzo di memoria dispari (solo EGA)

D7 - bit di Overflow di fine blanking orizzontale (solo VGA)

D6 - D5 - Ritardo di ritraccia orizzontale

D4 - D0 - Fine di ritraccia orizzontale

INDICE 6 - TOTALE VERTICALE

INDICE 7 - REGISTRO DI OVERFLOW

D7 - Solo per VGA - Inizio di ritraccia verticale (bit 9)

D6 - Solo per VGA - Fine di abilitazione di visualizzazione verticale (bit 9)

D5 - Solo per VGA - Totale verticale (bit 9)

D4 - Confronto fra linee (bit 8)

D3 - Inizio di blanking verticale(bit 8)

D2 - Inizio di ritraccia verticale (bit 8)

D1 - Fine di abilitazione di visualizzazione verticale (bit 8)

D0 - Totale verticale (bit 8)

INDICE 8 - PRESET DI SCANSIONE DI RIGA

D7 - riservato (0)

D6, D5 - controllo di panning di un byte

D4 -D0 - Preset di scansione di linea (indice 8)

INDICE 9 - MASSIMO LINEE DI SCANSIONE

D7 - Doppia scansione (solo VGA)

D6 - Bit 9 del registro di confronto fra linee (solo VGA)

D5 - Bit 9 del registro di inizio blanking verticale (solo VGA)

D4 - D0 - Massimo numero di linee di scansione

INDICE 0AH - INIZIO CURSORE

D7, D6 - riservati (0)

D5 - cursore disabilitato (solo VGA)

D4, D0 - inizio del cursore

INDICE 0BH - FINE CURSORE

D7 - riservato (0)

D6, D5 - skew del cursore

D4 - D0 - fine del cursore

INDICE 0CH - INDIRIZZO DI INIZIO (BYTE PIı SIGNIFICATIVO)

INDICE 0DH - INDIRIZZO DI INIZIO (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)

INDICE 0EH - POSIZIONE DEL CURSORE (BYTE PIı' SIGNIFICATIVO)

INDICE 0FH - POSIZIONE DEL CURSORE (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)

INDICE 10H - INDIRIZZO DELLA PENNA LUMINOSA (BYTE PIı SIGNIFICATIVO)

INDICE 11H - INDIRIZZO DELLA PENNA LUMINOSA (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)

INDICE 10 - INIZIO RITRACCIA VERTICALE

INDICE 11 - FINE RITRACCIA VERTICALE

- D7 - Indice di protezione in scrittura 0-7 (solo VGA)
- D6 - Frequenza di refresh alternativo (solo VGA)
- D5 - Interruzione di abilitazione verticale (0 = abilitato)
- D4 - Interruzione di azzeramento verticale (0 = abilitato)
- D3 - D0 - Fine ritraccia verticale

INDICE 12 - FINE ABILITAZIONE VIDEO VERTICALE

INDICE 13H - OFFSET (SPIAZZAMENTO)/AMPIEZZA DI SCHERMO LOGICO

INDICE 14H - POSIZIONE DELLA SOTTOLINEATURA

- D7 - riservato (0)
- D6 - Modo a doppia parola (solo VGA)
- D5 - Frequenza ridotta di quattro (solo VGA)
- D4 - D0 - Posizione della sottolineatura

INDICE 15 - INIZIO BLANKING VERTICALE

INDICE 16 - FINE BLANKING VERTICALE

INDICE 17 - CONTROLLO DEL MODO

- D7 - Reset hardware
- D6 - Modo di indirizzamento parola/byte
- D5 - Concatenazione degli indirizzi
- D4 - Controllo dell'output
- D3 - Frequenza doppia
- D2 - Selezione della ritraccia orizzontale
- D1 - Modo di compatibilità grafico CGA
- D0 - Modo di compatibilità grafico Hercules

INDICE 18H - CONFRONTO TRA LINEE

3C4, 3C5- Registri del sequenzializzatore

INDICE 0 - REGISTRO DI RESET

D7 - D2 - riservati (0)

D1 - Reset sincrono

D0 - Reset asincrono

INDICE 1 - REGISTRO DI MODO DEL CLOCK

D5 - Disabilitazione del video

D1 - Controllo di banda

D0 - Clock di carattere 8/9

INDICE 2 - REGISTRO DI ABILITAZIONE IN SCRITTURA DEI PIANI DI COLORE

D7 - D4 - riservati (0)

D3 - abilita in scrittura il piano 3 (1 = abilitato)

D2 - abilita in scrittura il piano 2 (1 = abilitato)

D1 - abilita in scrittura il piano 1 (1 = abilitato)

D0 - abilita in scrittura il piano 0 (1 = abilitato)

INDICE 3 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL GENERATORE DI CARATTERI

D7 - riservato (0)

D6 - riservato (0)

D5 - solo per VGA - selezione della tabella A di generazione di caratteri (bit più significativo)

D4 - solo per VGA - selezione della tabella B di generazione di caratteri (bit più significativo)

D3 - D2 - selezione della tabella A di generazione di caratteri

D1 - D0 - selezione della tabella B di generazione di caratteri

INDICE 4 - REGISTRO DI MODO DI MEMORIA

D7 - D3 - riservati

D2 - Dispari/Pari

D1 - Memoria estesa

D0 - Modo di testo (solo per VGA)

INDICE 0 - REGISTRO DI SET/RESET

D7 - D4 - riservati (0)
D3 - dati di riempimento per il piano 3
D2 - dati di riempimento per il piano 2
D1 - dati di riempimento per il piano 1
D0 - dati di riempimento per il piano 0

INDICE 1 - REGISTRO DI ABILITAZIONE SET/RESET

D7 -D4 - riservati (0)
D3 - abilita il set/reset per il piano 3 (1 = abilitato)
D2 - abilita il set/reset per il piano 2
D1 - abilita il set/reset per il piano 1
D0 - abilita il set/reset per il piano 0

INDICE 2 - REGISTRO DI CONFRONTO FRA COLORI

D7 - D4 - riservati (0)
D3 - Valore del confronto fra colori per il piano 3
D2 - Valore del confronto fra colori per il piano 2
D1 - Valore del confronto fra colori per il piano 1
D0 - Valore del confronto fra colori per il piano 0

INDICE 3 - SELEZIONE DI FUNZIONE & ROTAZIONE DI DATI

D7-D5 - riservati (0)
D4,D3 - Selezione di funzione
D2-D0 - Contatore di rotazione

D4 D3	Funzione
0 0	Scrive i dati senza modificarli
0 1	Scrive l'AND dei dati contenuti nei latch
1 0	Scrive l'OR dei dati contenuti nei latch
1 1	Scrive l'EXOR dei dati contenuti nei latch

INDICE 4 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL PIANO IN LETTURA

D7-D2 - riservati (0)
D1,D0 - Definiscono il piano di colore abilitato in lettura (0-3)

INDICE 5 - REGISTRO DEL MODO

D7 - riservato (0)
D6 - modo a 256 colori (solo VGA)
D5 - Modo di registro a traslazione
D4 - Modo pari/dispari

D3 - Abilitazione del modo di confronto fra colori (1 = abilitato)
D2 - riservato (0)
D1,D0 - Modo in scrittura

0 0	Scrittura diretta del microprocessore (rotazione e set/reset)
0 1	Utilizza come dati in scrittura il contenuto dei latch
1 0	Il piano di colore n (0-3) è riempito con il valore del bit n dei dati in scrittura del processore
1 1	Non utilizzato

INDICE 6 - REGISTRO DI FUNZIONI VARIE

D7-D4 - riservati (0)
D3, D2 - Selezione dell'indirizzo in memoria
D1 - Concatenazione e mappaggio pari e dispari
D0 - Abilitazione grafica

INDICE 7 - REGISTRO DI DISABILITAZIONE DEL COLORE

D7-D4 - riservati (0)
D3 - disabilitato il confronto sul piano 3
D2 - disabilitato il confronto sul piano 2
D1 - disabilitato il confronto sul piano 1
D0 - disabilitato il confronto sul piano 0

INDICE 8 - REGISTRO DI MASCHERA SU BIT

D7 - mascherato il bit 7 dei dati
D6 - mascherato il bit 6 dei dati
D5 - mascherato il bit 5 dei dati
D4 - mascherato il bit 4 dei dati
D3 - mascherato il bit 3 dei dati
D2 - mascherato il bit 2 dei dati
D1 - mascherato il bit 1 dei dati
D0 - mascherato il bit 0 dei dati

3C7 - Registro di stato DAC (in lettura) (solo VGA)

3C7 - Indice di lettura di Look-up Table (in scrittura) (solo VGA)

3C8 - Indice di scrittura di Look-up Table (solo VGA)

3C9 - Registro dei dati di Look-up Table (solo VGA)

3C0 - Registri del controllore degli attributi

REGISTRO INDICE

D7 - riservato (0)
D6 - riservato (0)
D5 - Indirizzo sorgente della tavolozza
0 = la tavolozza può essere modificata, lo schermo è disabilitato
1 = lo schermo è abilitato, la tavolozza non può essere modificata
D4-D0 - Indirizzo del registro (0-13H)

REGISTRI DI TAVOLOZZA (INDICE DA 0 A F)

Per video a colori avanzato:

D7 - riservato (0)
D6 - riservato (0)
D5 - Rosso secondario
D4 - Verde secondario
D3 - Blu secondario
D2 - Rosso
D1 - Verde
D0 - Blu

Per video a colori standard:

D7 - riservato
D6 - riservato
D5 - riservato
D4 - Intensità
D3 - riservato
D2 - Rosso

D1 - Verde
D0 - Blu

Per video monocromatico:

D7 - riservato
D6 - riservato
D5 - riservato
D4 - Intensità
D3 - Out video
D2 - riservato
D1 - riservato
D0 - riservato

Per VGA:

D7 - riservato
D6 - riservato
D5 = P5
D4 = P4
D3 = P3
D2 = P2
D1 = P1
D0 = P0

INDICE 10 - REGISTRO DI CONTROLLO DEL MODO
D7 - Selezione della sorgente per P4 e P5 (solo VGA)
D6 - Ampiezza di pixel (solo VGA)
D5 - Compatibilità di panning orizzontale (solo VGA)
D4 - riservato (0)
D3 - Intensità di sfondo/abilitazione di lampeggio
D2 - Abilitazione di grafica monocromatica a linee
D1 - Tipo di dispositivo video
D0 - Modo di testo/grafico
INDICE 11 - COLORE DEL BORDO DELLO SCHERMO (OVESCAN)
INDICE 12 - REGISTRO DI ABILITAZIONE DEI PIANI DI COLORE
D7,D6 - riservati (0)

D5,D4 - Stato del video
D3 - Abilitazione del piano di colore 3
D2 - Abilitazione del piano di colore 2
D1 - Abilitazione del piano di colore 1
D0 - Abilitazione del piano di colore 0

INDICE 13 - REGISTRO DI PANNING ORIZZONTALE
D7-D4 - riservati (0)
D3-D0 - Panning orizzontale

INDICE 14 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL COLORE (solo VGA)
D7-D4 - riservati (0)
D3 - colore 7
D2 - colore 6
D1 - colore 5
D0 - colore 4

A-3. Il codice ASCII

0 0	32 20	@ 64 40	` 96 60	Ç 128 80	á 160 A0	└ 192 C0	α 224 E0
☺ 1 1	! 33 21	A 65 41	a 97 61	ü 129 81	í 161 A1	┴ 193 C1	ß 225 E1
☻ 2 2	" 34 22	B 66 42	b 98 62	é 130 82	ó 162 A2	┬ 194 C2	Γ 226 E2
♥ 3 3	# 35 23	C 67 43	c 99 63	â 131 83	ú 163 A3	├ 195 C3	π 227 E3
♦ 4 4	$ 36 24	D 68 44	d 100 64	ä 132 84	ñ 164 A4	─ 196 C4	Σ 228 E4
♣ 5 5	% 37 25	E 69 45	e 101 65	à 133 85	Ñ 165 A5	┼ 197 C5	σ 229 E5
♠ 6 6	& 38 26	F 70 46	f 102 66	å 134 86	ª 166 A6	╞ 198 C6	µ 230 E6
• 7 7	' 39 27	G 71 47	g 103 67	ç 135 87	º 167 A7	╟ 199 C7	τ 231 E7
◘ 8 8	(40 28	H 72 48	h 104 68	ê 136 88	¿ 168 A8	╚ 200 C8	Φ 232 E8
○ 9 9	) 41 29	I 73 49	i 105 69	ë 137 89	⌐ 169 A9	╔ 201 C9	Θ 233 E9
◙ 10 A	* 42 2A	J 74 4A	j 106 6A	è 138 8A	¬ 170 AA	╩ 202 CA	Ω 234 EA
♂ 11 B	+ 43 2B	K 75 4B	k 107 6B	ï 139 8B	½ 171 AB	╦ 203 CB	δ 235 EB
♀ 12 C	, 44 2C	L 76 4C	l 108 6C	î 140 8C	¼ 172 AC	╠ 204 CC	∞ 236 EC
♪ 13 D	- 45 2D	M 77 4D	m 109 6D	ì 141 8D	¡ 173 AD	═ 205 CD	φ 237 ED
♫ 14 E	. 46 2E	N 78 4E	n 110 6E	Ä 142 8E	« 174 AE	╬ 206 CE	ε 238 EE
☼ 15 F	/ 47 2F	O 79 4F	o 111 6F	Å 143 8F	» 175 AF	╧ 207 CF	∩ 239 EF
► 16 10	0 48 30	P 80 50	p 112 70	É 144 90	░ 176 B0	╨ 208 D0	≡ 240 F0
◄ 17 11	1 49 31	Q 81 51	q 113 71	æ 145 91	▒ 177 B1	╤ 209 D1	± 241 F1
↕ 18 12	2 50 32	R 82 52	r 114 72	Æ 146 92	▓ 178 B2	╥ 210 D2	≥ 242 F2
‼ 19 13	3 51 33	S 83 53	s 115 73	ô 147 93	│ 179 B3	╙ 211 D3	≤ 243 F3
¶ 20 14	4 52 34	T 84 54	t 116 74	ö 148 94	┤ 180 B4	╘ 212 D4	⌠ 244 F4
§ 21 15	5 53 35	U 85 55	u 117 75	ò 149 95	╡ 181 B5	╒ 213 D5	⌡ 245 F5
▬ 22 16	6 54 36	V 86 56	v 118 76	û 150 96	╢ 182 B6	╓ 214 D6	÷ 246 F6
↨ 23 17	7 55 37	W 87 57	w 119 77	ù 151 97	╖ 183 B7	╫ 215 D7	≈ 247 F7
↑ 24 18	8 56 38	X 88 58	x 120 78	ÿ 152 98	╕ 184 B8	╪ 216 D8	° 248 F8
↓ 25 19	9 57 39	Y 89 59	y 121 79	Ö 153 99	╣ 185 B9	┘ 217 D9	∙ 249 F9
→ 26 1A	: 58 3A	Z 90 5A	z 122 7A	Ü 154 9A	║ 186 BA	┌ 218 DA	· 250 FA
← 27 1B	; 59 3B	[91 5B	{ 123 7B	¢ 155 9B	╗ 187 BB	█ 219 DB	√ 251 FB
∟ 28 1C	< 60 3C	\ 92 5C	¦ 124 7C	£ 156 9C	╝ 188 BC	▄ 220 DC	ⁿ 252 FC
↔ 29 1D	= 61 3D	] 93 5D	} 125 7D	¥ 157 9D	╜ 189 BD	▌ 221 DD	² 253 FD
▲ 30 1E	> 62 3E	^ 94 5E	~ 126 7E	₧ 158 9E	╛ 190 BE	▐ 222 DE	■ 254 FE
▼ 31 1F	? 63 3F	_ 95 5F	⌂ 127 7F	ƒ 159 9F	┐ 191 BF	▀ 223 DF	255 FF

A-4. Valori di default dei registri

Tabella A-4. Valori di default dei registri (256K di RAM).

Tipo di video

	A colori							Avanzato								Monocromatico	
Modi	1	3	4	5	6	D	E	1*	3*	4	5	6	D	E	10	7	F
Valore del registro																	
REGISTRI ESTERNI																	
3C2 - REGISTRO DI OUTPUT GENERALE	23	23	23	23	23	23	23	A7	A7	23	23	23	23	23	A7	A6	A2
3D4, 3D5/3B4, 3B5 - REGISTRI DEL CONTROLLORE CRT																	
INDICE 0 - TOTALE ORIZZONTALE	37	70	37	37	70	37	70	2D	5B	37	37	70	37	70	5B	60	60
INDICE 1 - FINE VISUALIZZAZIONE ORIZZONTALE	27	4F	27	27	4F	27	4F	27	4F	27	27	4F	27	4F	4F	4F	4F
INDICE 2 - INIZIO BLANKING ORIZZONTALE	2D	5C	2D	2D	59	2D	59	2B	53	2D	2D	59	2D	59	53	56	56
INDICE 3 - FINE BLANKING ORIZZONTALE	37	2F	37	37	2D	37	2D	2D	37	37	37	2D	37	2D		3A	3A
INDICE 4 - INIZIO RITRACCIA ORIZZONTALE	31	5F	30	30	5E	30	5E	28	51	30	30	5E	30	5E	52	51	50
INDICE 5 - FINE RITRACCIA ORIZZONTALE	15	07	14	14	06	14	06	6D	5B	14	14	06	14	06	00	60	60
INDICE 6 - TOTALE VERTICALE	04	C4	C4	04	04	04	04	6C	6C	04	C4	C4	C4	04	6C	70	70
INDICE 7 - REGISTRO DI OVERFLOW	11	11	11	11	11	11	11	1F	1F	11	11	11	11	11	1F	1F	1F
INDICE 8 - PRESET DI SCANSIONE DI RIGA	00	00	C0	00	00	00	00	00	00	00	00	C0	00	0C	00	00	00
INDICE 9 - MAX LINEE DI SCANSIONE /ALTEZZA CARATTERI	07	C7	C1	01	01	00	0D	0D	01	01	C1	C0	00	00	00	0D	00
INDICE AH - INIZIO CURSORE	06	C6	C0	0C	00	00	00	06	06	00	00	00	00	00	00	0B	00
INDICE BH - FINE CURSORE	07	C7	C0	00	00	00	00	07	07	00	00	C0	C0	00	00	0C	0C
INDICE CH - INDIRIZZO DI INIZIO (BYTE PIù SIGNIFICATIVO)	00	00	C0	0C	00	00	00	00	00	00	00	00	C0	C0	00	00	00
INDICE DH - INDIRIZZO DI INIZIO (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)	00	00	C0	CC	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE EH - POSIZIONE DEL CURSORE (BYTE PIù SIGNIFICATIVO)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE FH - POSIZIONE DEL CURSORE (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	C0	00	00	0C	C0	00	00
INDICE 10H - INIZIO RITRACCIA VERTICALE	E1	E1	E1	E1	E0	E1	E0	5E	5E	E1	E1	E0	E1	E0	5E	5E	5E
INDICE 11H - FINE RITRACCIA VERTICALE	24	24	24	24	23	24	23	2B	2B	24	24	23	24	23	2B	2E	2E
INDICE 12H - FINE ABILITAZIONE VISUALIZZAZIONE VERTICALE	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	5D	5D	C7	C7	C7	C7	C7	C7	5D	5D
INDICE 13H - REGISTRO DI OFFSET /AMPIEZZA LOGICA	14	28	14	14	28	14	28	14	28	14	14	28	14	28	28	28	28
INDICE 14H - POSIZIONE DELLA SOTTOLINEATURA	08	08	00	00	00	00	00	0F	0F	00	00	00	00	00	0F	0D	0D
INDICE 15H - INIZIO BLANKING VERTICALE	E0	E0	E0	E0	DF	E0	DF	5E	5E	E0	E0	DF	E0	DF	5F	5F	5E
INDICE 16H - FINE BLANKING VERTICALE	F0	F0	F0	F0	EF	F0	EF	0A	0A	F0	F0	EF	F0	EF	0A	6E	6E
INDICE 17H - CONTROLLO DI MODO	A3	A3	A2	A2	C2	E3	E3	A3	A3	A2	A2	C2	E3	E3	E3	A3	E3
INDICE 18H - CONFRONTO FRA LINEE	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
3C4, 3C5- REGISTRI DEL SEQUENZIALIZZATORE																	
INDICE 0 - REGISTRO DI RESET	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 1 - REGISTRO DEL MODO DEL CLOCK	0B	01	0B	0B	01	0B	01	0B	01	0B	0B	01	0B	01	01	00	01
INDICE 2 - REGISTRO DI ABILITAZIONE IN SCRITTURA DEI PIANI DI COLORE	03	03	03	03	01	0F	0F	03	03	03	03	01	0F	0F	0F	03	0F
INDICE 3 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL GENERATORE DI CARATTERI	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 4 - REGISTRO DI MODO DI MEMORIA	03	02	02	02	06	06	06	03	03	02	02	06	06	06	06	03	06
3CE, 3CF - REGISTRI DEL CONTROLLORE GRAFICO																	
INDICE 0 - REGISTRO DI SET/RESET	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 1 - REGISTRO DI ABILITAZIONE SET/RESET	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 2 - REGISTRO DI CONFRONTO FRA COLORI	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 3 - SELEZIONE DI FUNZIONE & ROTAZIONE DI DATI	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 4 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL PIANO IN LETTURA	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 5 - REGISTRO DEL MODO	10	10	30	30	00	00	00	10	10	30	30	00	00	00	00	10	00
INDICE 6 - REGISTRO DI FUNZIONI VARIE	0E	0E	0F	0F	0D	05	05	0E	0E	0F	0F	0D	05	05	05	0A	05
INDICE 7 - REGISTRO DI DISABILITAZIONE DEL COLORE	00	00	00	00	00	0F	0F	00	00	00	00	00	0F	0F	0F	00	0F
INDICE 8 - REGISTRO DI MASCHERA SU BIT	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
3CD - REGISTRI DEL CONTROLLORE DEGLI ATTRIBUTI																	
INDICE 0 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 1 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 1	01	01	13	13	17	01	01	01	01	13	13	17	01	01	01	08	08
INDICE 2 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 2	02	02	15	15	17	02	02	02	02	15	15	17	02	02	02	08	00

INDICE 3 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 3	03	03	17	17	17	03	03	03	03	17	17	17	03	03	03	08	00
INDICE 4 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 4	04	04	02	02	17	04	14	04	04	02	02	17	04	14	04	08	18
INDICE 5 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 5	05	05	04	04	17	05	15	05	05	04	04	17	05	15	05	08	18
INDICE 6 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 6	06	06	06	06	17	06	06	14	14	06	06	17	06	06	14	08	00
INDICE 7 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 7	07	07	07	07	17	07	07	07	07	07	07	17	07	07	07	08	00
INDICE 8 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 8	10	10	10	10	17	10	10	38	38	10	10	17	10	10	38	10	00
INDICE 9 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 9	11	11	11	11	17	11	11	39	39	11	11	17	11	11	39	18	08
INDICE AH - REGISTRO DI TAVOLOZZA Ah	12	12	12	12	17	12	12	3A	3A	12	12	17	12	12	3A	18	00
INDICE BH - REGISTRO DI TAVOLOZZA Bh	13	13	13	13	17	13	13	3B	3B	13	13	17	13	13	3B	18	00
INDICE CH - REGISTRO DI TAVOLOZZA Ch	14	14	14	14	17	14	14	3C	3C	14	14	17	14	14	3C	18	00
INDICE DH - REGISTRO DI TAVOLOZZA Dh	15	15	15	15	17	15	15	3D	3D	15	15	17	15	15	3D	18	18
INDICE EH - REGISTRO DI TAVOLOZZA Eh	16	16	16	16	17	16	16	3E	3E	16	16	17	16	16	3E	18	00
INDICE FH - REGISTRO DI TAVOLOZZA Fh	17	17	17	17	17	17	17	3F	3F	17	17	17	17	17	3F	18	00
INDICE 10H - REGISTRO DI CONTROLLO DEL MODO	08	08	01	01	01	01	01	08	08	01	01	01	01	01	01	0E	0B
INDICE 11H - COLORE DEL BORDO DELLO SCHERMO (OVERSCAN)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 12H - REGISTRO DI ABILITAZIONE DEI PIANI DI COLORE	0F	0F	03	03	01	0F	0F	0F	0F	03	03	01	0F	0F	0F	0F	05
INDICE 13H - REGISTRO DI PANNING ORIZZONTALE	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	08	00

Nota: i modi 4, 5, 6, D, E sono modi a 200 linee e sono gli stessi su video a colori e video avanzato.

VIDEO VGA (LINEE DI SCANSIONE)

	Doppia scansione							350 linee					480 linee					200
Modo	1	3	4	5	6	D	E	1*	3*	7	F	10	1+	3+	7+	11	12	13
Valore del registro																		
REGISTRI ESTERNI																		
3C3 - REGISTRO DI ABILITAZIONE VGA (SOLO VGA)	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
3C2 - REGISTRO DI OUTPUT GENERALE	63	63	63	63	63	63	63	A3	A3	A6	A2	A3	67	67	66	E3	E3	63
3D4, 3D5/3B4, 3B5 - REGISTRI DEL CONTROLLORE CRT																		
INDICE 0 - TOTALE ORIZZONTALE	2D	5F	2D	2D	5F	2D	5F	2D	5F	5F	5F	5F	2D	5F	5F	5F	5F	5F
INDICE 1 - FINE VISUALIZZAZIONE ORIZZONTALE	27	4F	27	27	4F	27	4F	27	4F	4F	4F	4F	27	4F	4F	4F	4F	4F
INDICE 2 - INIZIO BLANKING ORIZZONTALE	28	50	28	28	50	28	50	28	50	50	50	50	28	50	50	50	50	50
INDICE 3 - FINE BLANKING ORIZZONTALE	90	82	90	90	82	90	82	90	82	82	82	82	90	82	82	82	82	82
INDICE 4 - INIZIO RITRACCIA ORIZZONTALE	2B	55	2B	2B	54	2B	54	2B	55	55	54	54	2B	55	55	54	54	54
INDICE 5 - FINE RITRACCIA ORIZZONTALE	A0	81	80	80	80	80	80	A0	81	81	80	80	A0	81	81	80	80	80
INDICE 6 - TOTALE VERTICALE	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	BF	0B	0B	BF
INDICE 7 - REGISTRO DI OVERFLOW	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	1F	3E	3E	1F
INDICE 8 - PRESET DI SCANSIONE DI RIGA	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 9 - MAX LINEE DI SCANSIONE /ALTEZZA DEI CAR.	C7	C7	C1	C1	C1	C0	C0	4D	4D	4D	40	40	4F	4F	4F	40	40	41
INDICE 0AH - INIZIO CURSORE	06	06	00	00	00	00	00	0B	0B	0B	00	00	0D	0D	0D	00	00	00
INDICE 0BH - FINE CURSORE	07	07	00	00	00	00	00	0C	0C	0C	00	00	0E	0E	0E	00	00	00
INDICE 0CH - INDIRIZZO DI INIZIO (BYTE PIù SIGNIFICATIVO)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 0DH - INDIRIZZO DI INIZIO (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 0EH - POSIZIONE DEL CURSORE (BYTE PIù SIGNIFICATIVO)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 0FH - POSIZIONE DEL CURSORE (BYTE MENO SIGNIFICATIVO)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 10H - INIZIO RITRACCIA VERTICALE	9C	9C	9C	9C	9C	9C	9C	83	83	83	83	83	9C	9C	9C	EA	EA	9C
INDICE 11H - FINE RITRACCIA VERTICALE	8E	8E	8E	8E	8E	8E	8E	85	85	85	85	85	8E	8E	8E	8C	8C	8E
INDICE 12 - FINE ABILITAZIONE RITRACCIA VERTICALE	8F	8F	8F	8F	8F	8F	8F	5D	5D	5D	5D	5D	8F	8F	8F	DF	DF	8F
INDICE 13H - OFFSET (SPIAZZAMENTO)	14	28	14	14	28	14	28	14	28	28	28	28	14	28	28	28	26	28
INDICE 14H - POSIZIONE DELLA SOTTOLINEATURA	1F	1F	00	00	00	00	00	1F	1F	0D	0F	0F	1F	1F	0F	00	00	40
INDICE 15 - INIZIO BLANK VERTICALE	96	96	96	96	96	96	96	63	63	63	63	63	96	96	96	E7	E7	96
INDICE 16 - FINE BLANK VERTICALE	B9	B9	B9	B9	B9	B9	B9	BA	BA	BA	BA	BA	B9	B9	B9	04	04	B9
INDICE 17 - REGISTRO DEL CONTROLLO DEL MODO	A3	A3	A2	A2	C2	E3	E3	A3	A3	A3	E3	E3	A3	A3	A3	C3	E3	A3
INDICE 18H -REGISTRO DI CONFRONTO TRA LINEE	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
3C4, 3C5- REGISTRI DEL SEQUENZIALIZZATORE																		
INDICE 0 - REGISTRO DI RESET	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 1 - REGISTRO DI MODO DEL CLOCK	09	01	09	09	01	09	01	09	01	00	01	01	08	00	00	01	01	01
INDICE 2 - REGISTRO DI ABILITAZIONE IN SCRITTURA DEI PIANI DI COLORE	03	03	03	03	01	0F	0F	03	03	03	0F	0F	03	03	03	0F	0F	0F
INDICE 3 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL GENERATORE DI CARATTERI	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 4 - REGISTRO DI MODO DI MEMORIA	02	02	02	02	06	06	06	02	02	03	06	06	02	02	02	06	06	0E
3CE, 3CF - REGISTRI DEL CONTROLLORE GRAFICO																		
INDICE 0 - REGISTRO DI SET/RESET	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

INDICE 1 - REGISTRO DI ABILITAZIONE SET/RESET	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 2 - REGISTRO DI CONFRONTO FRA COLORI	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 3 - SELEZIONE DI FUNZIONE & ROTAZIONE DI DATI	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 4 - REGISTRO DI SELEZIONE DEL PIANO IN LETTURA	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 5 - REGISTRO DI MODO	10	10	30	30	00	00	00	10	10	10	00	00	10	10	10	00	00	40
INDICE 6 - REGISTRO DI FUNZIONI VARIE	0E	0E	0F	0F	0D	05	05	0E	0E	0A	05	0F	00	0C	00	01	0F	0F
INDICE 7 - REGISTRO DI DISABILITAZIONE DEL COLORE	00	00	00	00	00	0F	0F	00	00	00	05	0F	00	00	00	01	0F	0F
INDICE 8 - REGISTRO DI MASCHERA SU BIT	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
3CD - REGISTRI DEL CONTROLLORE DEGLI ATTRIBUTI																		
INDICE 0 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 1 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 1	01	01	13	13	17	01	01	01	01	08	08	01	01	01	08	3F	01	01
INDICE 2 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 2	02	02	15	15	17	02	02	02	02	08	00	02	02	02	08	3F	02	02
INDICE 3 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 3	03	03	17	17	17	03	03	03	03	08	00	03	03	03	08	3F	03	03
INDICE 4 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 4	04	04	02	02	17	04	14	04	04	08	18	01	04	04	08	3F	04	04
INDICE 5 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 5	05	05	04	04	17	05	15	05	05	08	18	05	05	05	08	3F	05	05
INDICE 6 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 6	06	06	06	06	17	06	06	14	14	08	00	14	14	14	06	3F	14	06
INDICE 7 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 7	07	07	07	07	17	07	07	07	07	08	00	07	07	07	08	3F	07	07
INDICE 8 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 8	10	10	10	10	17	17	17	38	38	10	00	38	38	38	10	3F	38	08
INDICE 9 - REGISTRO DI TAVOLOZZA 9	11	11	11	11	17	11	11	39	39	18	09	39	39	39	18	3F	39	09
INDICE AH - REGISTRO DI TAVOLOZZA AH	12	12	12	12	17	12	12	3A	3A	18	00	3A	3A	3A	18	3F	3A	0A
INDICE BH - REGISTRO DI TAVOLOZZA BH	13	13	13	13	17	13	13	3B	3B	18	00	3B	3B	3B	18	3F	3B	0B
INDICE CH - REGISTRO DI TAVOLOZZA CH	14	14	14	14	17	14	14	3C	3C	18	00	3C	3C	3C	18	3F	3C	0C
INDICE DH - REGISTRO DI TAVOLOZZA DH	15	15	15	15	17	15	15	3D	3D	18	00	3D	3D	3D	18	3F	3D	0D
INDICE EH - REGISTRO DI TAVOLOZZA EH	16	16	16	16	17	16	16	3E	3E	18	00	3E	3E	3E	18	3F	3E	0E
INDICE FH - REGISTRO DI TAVOLOZZA FH	17	17	17	17	17	17	17	3F	3F	18	00	3F	3F	3F	18	3F	3F	0F
INDICE 10H - REGISTRO DI CONTROLLO DEL MODO	08	08	01	01	01	01	01	08	08	0E	0B	01	0C	0C	0E	01	01	41
INDICE 11H - COLORE DEL BORDO DELLO SCHERMO (OVERSCAN)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
INDICE 12H - REGISTRO DI ABILITAZIONE DEI PIANI DI COLORE	0F	0F	03	03	01	0F	0F	0F	0F	0F	05	0F	0F	0F	0F	0F	0F	0F
INDICE 13H - REGISTRO DI PANNING ORIZZONTALE	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	08	08	08	00	00	00
INDICE 14H - REGISTRO DI SELEZIONE DEL COLORE	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Nota: con i video VGA, i modi 1, 3, 4, 5, D, E sono a doppia scansione (griglia di carattere 8x8), mentre i modi 1+, 3+ utilizzano 480 linee (griglia di carattere 9x16)

I valori dei registri sono stati gentilmente concessi dalla Quadtel Corporation.

A-5. INTERRUTTORI DI CONFIGURAZIONE

SW4	SW3	SW2	SW1	Scheda principale	Scheda secondaria
Off	Off	Off	Off	- NON VALIDO -	
Off	Off	Off	On	- NON VALIDO -	
Off	Off	On	Off	- NON VALIDO -	
Off	Off	On	On	- NON VALIDO -	
Off	On	Off	Off	EGA - Monocromatica	CGA - 80x25
Off	On	Off	On	EGA - Monocromatica	CGA - 40x25
Off	On	On	Off	EGA - 80x25-Avanzata	Monocromatica
Off	On	On	On	EGA - 40x25-Avanzata	Monocromatica
On	Off	Off	Off	EGA - 80x25-Testo CGA	Monocromatica
On	Off	Off	On	EGA - 40x25-Testo CGA	EGA - Monocromatica
On	Off	On	Off	CGA - 80x25	EGA - Monocromatica
On	Off	On	On	CGA - 40x25	EGA - Monocromatica
On	On	Off	Off	Monocromatica	EGA-80x25-avanzata
On	On	Off	On	Monocromatica	EGA-40x25-avanzata
On	On	On	Off	Monocromatica	EGA-80x25-testo CGA
On	On	On	On	Monocromatica	EGA-40x25-testo CGA

A-6. I MODI STANDARD

Tabella A-6. I modi di visualizzazione standard IBM.

Modo	Tipo	Colori	Risoluzione	Video compatibili
0,1	testo colore	16	40x25 griglia 8x8	CD, ED, VGA a frequenza multipla
0*,1*	testo colore	16	40x25 griglia 8x14	CD, ED, VGA a frequenza multipla
0+,1+	testo colore	16	40x25 griglia 9x16	ED, VGA a frequenza multipla
2,3	testo colore	16	80x25 griglia 8x8	CD, ED, VGA a frequenza multipla
2*,3*	testo colore	16	80x25 griglia 8x8	ED, VGA a frequenza multipla

2+,3+	testo colore	16	8x25 griglia 9x16	VGA a frequenza multipla
4,5 6	grafico colore grafico colore	4 2	320x200 640x200	CD, ED, VGA CD, ED, VGA a frequenza multipla
7	testo monocromatico	2	80x25 cella 8x14	VGA monocromatico
7+	testo monocromatico		80x25 cella 9x16	solo VGA
8,9,A	solo PC jr			
D	grafico colore	16	320x200	CD, ED, VGA a frequenza multipla
E	grafico colore	16	640x200	CD, ED, VGA a frequenza multipla
F	grafico monocromatico		640x350	VGA monocromatico
10	grafico colore	16	640x350	ED, VGA a frequenza multipla
11	grafico colore	2	640x480	VGA a frequenza multipla
12	grafico colore	16	640x480	VGA a frequenza multipla
13	grafico colore	256	320x200	VGA a frequenza multipla

La maggior parte dei video a frequenza multipla sono VGA compatibili.
Il Multisync della NEC originale non è VGA compatibile.

CD = Color Display (video a colori)
ED = Enhanced Color Display (video a colori avanzato).

Glossario

40x25:
Un modo operativo di testo che visualizza 25 linee di testo con 40 colonne di caratteri per linea.

80x25:
Un modo operativo di testo che visualizza 25 linee di testo con 80 colonne di caratteri per linea.

80x86:
La famiglia di microprocessori Intel, comprendente l'8086, l'8088, l'80186, l'80286 e l'80386, tutti software compatibili.

320x200, 640x350, ecc...
Le risoluzione grafiche dello schermo, espresse in numero di pixel visualizzati orizzontalmente per il numero di pixel visualizzati verticalmente; per esempio, 320x200 indica 320 pixel orizzontali e 200 verticali.

Area dati del BIOS:
Un'area della memoria e di sistema in cui il BIOS di EGA/VGA memorizza i dati che definiscono la risoluzione del video, la posizione del cursore, ecc...

ASCII:
American Standard Code for Information Interchange (Codice americano standard per lo scambio dell'informazione), il metodo più comune per codificare in modo digitale i dati alfanumerici.

Attributo di visualizzazione:
Una caratteristica della visualizzazione programmabile. Nei modi grafici, generalmente il colore è un attributo di visualizzazione, mentre nei modi di

testo gli attributi possono comprendere il lampeggio dei caratteri, la sottolineatura o il video in reverse.

BIOS:
Basic Input Output System (sistema fondamentale di ingresso uscita); nei personal computer IBM compatibili, è un insieme di routine firmware basate su ROM che controllano le risorse del sistema e le rendono disponibili ai programmi applicativi in modo opportuno.

BITBLT:
Bit Oriented Transfer (trasferimento orientato al bit); una routine grafica di disegno che trasferisce una parte di dati di visualizzazione da una zona ad un'altra di memoria video. Ciò può essere difficile perché i dati da trasferire generalmente non sono contigui o allineati all'inizio dei byte. I controllori grafici generalmente comprendono vari livelli di assistenza via hardware per velocizzare le operazioni BITBLT.

Blanking, impulso di blank:
Per i video CRT, un segnale di temporizzazione che interrompe il fascio di elettroni durante gli intervalli di ritraccia per impedire la comparsa non voluta di linee luminose diagonali sullo schermo.

CGA:
Color Graphics Adapter, il primo prodotto di grafica a colori IBM per personal computer (l'EGA fu il secondo). La scheda CGA può produrre grafici a 4 colori o testo a 8 colori a una risoluzione di 640 pixel orizzontali per 200 verticali.

Clock di punto (o di pixel):
Il segnale di temporizzazione sulla scheda video che controlla l'uscita seriale dei pixel sul dispositivo di visualizzazione.

Codice di carattere:
Un codice di un byte che rappresenta un carattere di testo (generalmente ASCII).

Colori simultanei:
Il numero di colori che un sistema video può visualizzare contemporaneamente sullo schermo. Questo numero è limitato dalla circuiteria della scheda video ed è generalmente molto più basso del numero di colori che il dispositivo di visualizzazione è in grado effettivamente di riprodurre. Il numero di colori simultanei ammissibili in una data scheda è generalmente determinato dal numero di piani di colore o di bit per pixel utilizzati. Per esempio, una dispositivo con quattro bit per pixel prevede 16 colori simultanei.

Connettore ausiliario:
Un connettore di espansioni sull'EGA che può essere impiegato per combinare altri segnali video con l'uscita video dell'EGA. Non è molto utilizzato.

Controllore CRT (CRTC):
Sulle schede EGA e VGA, come su altre schede video, il controllore CRT è il circuito responsabile della generazione dei segnali di temporizzazione necessari per far funzionare un video CRT (compresi gli impulsi di sincronismo, di blank e di ritraccia).

Controllore degli attributi
La sezione della logica delle schede EGA e VGA che genera gli attributi del video (vedere attributi di visualizzazione).

Controllore grafico:
Sulla scheda EGA e VGA, una sezione del circuito che fornisce un supporto hardware per gli algoritmi grafici di disegno eseguendo funzioni logiche sui dati scritti nella memoria video.

CPU:
Central Processing Unit (unità di elaborazione centrale), un altro termine per indicare il processore di sistema.

Dispositivo di console:
La tastiera e il dispositivo di visualizzazione utilizzati per controllare il calcolatore. Nei sistemi multipli, il dispositivo di console può essere generalmente uno dei dispositivi di visualizzazione.

Doppia scansione:
Una tecnica utilizzata sulla scheda VGA per garantire la compatibilità con la risoluzione più bassa offerta da una CGA. Ciascuna linea di scansione orizzontale viene tracciata due volte, convertendo così un'immagine a 200 linee CGA in una a 400 linee VGA. Ciò parzialmente compensa (in effetti sovracompensa) il differente rapporto d'aspetto della scheda VGA.

Emulazione:
Una tecnica per fare apparire un dispositivo di visualizzazione come se fosse diverso da quello che è. L'emulazione aumenta l'utilità di un prodotto rendendolo compatibile con altri. L'EGA è in grado di emulare l'MDA e a volte la CGA e l'Hercules. La VGA è in grado di emulare EGA, CGA e MDA.

Fascio elettronico:
In un video CRT, un fascio mobile di elettroni che crea l'immagine visualizzata sullo schermo. La temporizzazione e la modulazione del fascio di elettroni sono controllate dalla scheda video.

Finestra:
Nell'accezione comunemente utilizzata nell'ambito dei personal computer, il termine finestra indica una sezione dello schermo (generalmente rettangolare) che visualizza i dati indipendentemente dal resto dello schermo. Possono essere presenti più finestre contemporaneamente. Nella grafica avanzata, i termini finestra e vista sono utilizzati in riferimento al contenuto e alla posizione dell'informazione visualizzata. La sezione dei dati è detta finestra (come se si guardasse a una scena da una finestra che ne rende visibile solo una parte), mentre la posizione e il fattore di scala dell'informazione sullo schermo vanno sotto il termine vista.

Generatore di caratteri.
Una tabella utilizzata per tradurre un codice di un carattere ASCII in una informazione relativa al suo stile per la visualizzazione. Alcune schede video utilizzano generatori di caratteri basati su ROM. Invece, per l'EGA e VGA, il generatore di caratteri è caricato in una sezione della RAM video.

Gestore:
Un modulo software che interfaccia un particolare dispositivo di visualizzazione con un programma applicativo. I gestori EGA sono stati scritti per programmi come Microsoft Window, DRI GEM, Lotus 1-2-3, ecc...

Grafica a blocchi:
Nei modi di testo, un insieme di oggetti grafici primitivi che possono essere utilizzati come caratteri di testo per creare semplici grafici come bordi e linee.

Grafica a linee:
Vedere grafica a blocchi.

Grafica Hercules:
I programmi di grafica compatibili con la scheda grafica monocromatica prodotta dalla Hercules Corporation.

Grafica bitmap:
Un modo di visualizzazione grafico in cui ciascun pixel sul video è rappresentato da uno o più bit nella memoria video. Tutti i modi grafici EGA e VGA sono mappati a bit.

Griglia di carattere:
Nel modo di testo, l'area dello schermo utilizzata per visualizzare un carattere. Sulla scheda, la griglia di carattere è ampia 8 o 9 pixel e alta 8 o 14 pixel.

HGC:
Hercules Graphics Adapter (scheda grafica Hercules monocromatica).

IBM Color Display (CD):
Il dispositivo di visualizzazione commercializzato da IBM da utilizzarsi con la scheda video CGA.

IBM Enhanced Color Display (ECD):
Il dispositivo di visualizzazione commercializzato da IBM da utilizzarsi con la scheda video EGA.

Insieme di caratteri:
L'insieme di caratteri che una scheda video è in grado di visualizzare. Nei modi di testo, è determinato dal contenuto del generatore di caratteri. L'insieme di caratteri dell'EGA contiene 256 caratteri.

Interfaccia analogica:
Un tipo di interfaccia utilizzata tra il controllore del video e il dispositivo di visualizzazione in cui i colori sono determinati dai livelli di tensione su tre linee di uscita, comunemente dette RED (rosso), GREEN (verde) e BLUE (blu). Questo metodo teoricamente assicura un numero illimitato di colori. Le tensioni d'uscita generalmente variano da zero volt (per il nero) o 1 volt (per la massima intensità). L'impedenza di carico è di solito pari a 75 ohm.

Interfaccia digitale:
Un tipo di interfaccia usato tra il controllore del video e il dispositivo di visualizzazione in cui i colori sono controllati da linee digitali che possono essere attive o disattivate. Il numero di colori riproducibili dipende dal numero delle linee di segnali dell'interfaccia. La maggior parte delle interfacce digitali sono TTL (Transistor-Transistor-Logic) compatibili. Sia CGA sia EGA utilizzano interfacce digitali.

Latch:
In elettronica, un tipo di dispositivo di memorizzazione che cattura e mantiene dati a più bit.

Linea di scansione:
Una scansione orizzontale del fascio di elettroni in un video CRT.

MDA:
Monochrome Display Adapter; la scheda video originale commercializzata da IBM per personal computer. l'MDA non ha capacità di grafica mappata a bit.

Modo grafico:
Un modo di visualizzazione in cui tutti i pixel sullo schermo possono essere controllati indipendentemente per il disegno di oggetti grafici (opposto a modo di testo, in cui è possibile visualizzare solo un insieme pre-definito di caratteri).

Modo teletype
Una chiamata BIOS di EGA/VGA che visualizza il testo come se lo schermo fosse una pagina in una macchina da scrivere. Il cursore avanza dopo ogni carattere ed è possibile eseguire la concatenazione di linee e lo scrolling. Inoltre vengono riconosciuti anche i caratteri speciali di ritorno del carrello (carriage return), l'avanzamento di linea (line feed), segnale acustico (bell) e la barra spaziatrice.

Monitor:
Un altro nome per indicare un video CRT.

Panning:
Una tecnica in cui lo schermo appare come una finestra che dà su una vista più grande, ove la finestra viene spostata in differenti aree della vista per consentirne la veduta.

Penna luminosa:
Un dispositivo che permette all'operatore di introdurre comandi al calcolatore posizionando la punta di una penna in alcune posizione dello schermo (per esempio toccando la voce di un menù). Il software applicativo deve essere in grado di gestire l'utilizzo della penna luminosa. L'impiego delle penne luminose non è ancora divenuto popolare come i mouse o i joystick.

PEL:
Terminologia IBM per pixel.

PGC o PGA:
Professional Graphics Controller, una scheda video a colori ad alta risoluzione venduta dall'IBM. La PGC non ha avuto molto successo.

Piano di bit:
Vedere piani di colore.

Piani di colore:
Nelle schede di grafica orientata ai piani, i piani di colori sono pagine sovrapposte o sezioni di memoria che controllano la visualizzazione dei differenti colori.

Pixel:
Un singolo punto sulla superficie del video, ovvero l'elemento più piccolo programmabile in modo indipendentemente.

Primo piano:
Nei modi di testo, la parte della griglia di carattere che è illuminata dal carattere stesso (opposto a sfondo).

Rapporto d'aspetto:
Il rapporto tra l'altezza e l'ampiezza di un singolo pixel sullo schermo. I dispositivi video ad alta risoluzione generalmente hanno un rapporto d'aspetto di 1:1, ovvero hanno pixel di forma quadrata. Gli algoritmi di disegno di grafici devono tener conto del rapporto d'aspetto del video nel caso in cui sia diverso da 1:1; in caso contrario, i cerchi apparirebbero ellittici e i quadrati rettangolari.

Raster:
La modalità di scansione da sinistra a destra e dall'alto in basso sullo schermo da parte del fascio di elettroni in un video CRT.

Refresh del video (o dello schermo):
Un'immagine impressa su un video CRT generalmente rimane visibile per pochi millisecondi (la persistenza sui fosfori dello schermo), a meno che non venga rigenerata continuamente. Questo processo è detto refresh del video o dello schermo. I diversi dispositivi video utilizzano differenti frequenze di refresh, anche se di solito dovrebbe variare da 50 a 70 volte al secondo per evitare qualunque fluttuazione visibile dell'immagine sullo schermo. 60 volte al secondo è una frequenza di refresh comunemente adottata.

Registro di I/O:
Un registro dei dati (a sola lettura, a sola scrittura o a lettura-scrittura).

Registro indice:
Un registro utilizzato per indirizzare in modo indiretto gli altri registri.

RGB:
Un tipo di interfaccia utilizzata con video a colori che impiega tre segnali di colore (rosso, verde e blu).

Risoluzione:
Una misura della qualità dell'immagine visualizzata su un determinato dispositivo. Generalmente espressa come il prodotto del numero di pixel visualizzabili in senso orizzontale e in senso verticale.

Ritraccia orizzontale:
Nei dispositivi video CRT, l'intervallo di tempo in cui il fascio di elettroni passa dal lato destro dello schermo a quello sinistro. Durante questo periodo di tempo il fascio di elettroni è disattivato (Blanking orizzontale).

Ritraccia verticale:
Nei dispositivi video CRT, l'intervallo di tempo in cui la scansione raster è completata, ovvero quando il fascio di elettroni ritorna in cima allo schermo per la successiva scansione. Il fascio di elettroni è disabilitato durante questo periodo. La ritraccia si verifica da 50 a 70 volte al secondo, in base al dispositivo video.

Scheda o scheda video:
Una scheda di circuiti progettata per interfacciare un dispositivo di visualizzazione con un calcolatore, ad esempio MDA, CGA, EGA o VGA.

Scrolling:
Su un video di testo, il processo di traslazione del testo in alto o in basso (generalmente in alto) sullo schermo, per far posto a una nuova parte del testo. Ciò consente di vedere una vasta zona di testo in modo rapido. Lo scrolling è realizzato comunemente verso l'alto una riga per volta, in modo da dare l'impressione che il testo scorra dolcemente verso la parte superiore dello schermo.

Scrolling dolce:
Un processo di scrolling in cui i caratteri del testo scorrono in alto o in basso dolcemente, un pixel per volta invece di un'intera linea per volta che può dare l'impressione di un movimento a scatti. Il testo che scorre dolcemente

può essere letto facilmente durante il suo stesso movimento. L'EGA e la VGA prevedono un hardware dedicato all'implementazione dello scrolling dolce.

Sequenzializzatore:
La sezione della circuiteria su EGA e VGA che controlla la temporizzazione della scheda. Il sequenzializzatore contiene anche le funzioni di abilitazione e disabilitazione dei piani di memoria.

Serializzatore:
Sulle schede video, la sezione di circuiteria che converte le parole dei dati di refresh del video in una sequenza di bit seriale che viene indirizzata al video.

Set/reset:
Una funzione di EGA e VGA che permette la scrittura veloce di una configurazione in memoria video. La funzione Set/Reset fa parte del controllore grafico.

Sfondo:
Nel modo di testo, l'area di una griglia del carattere che non risulta illuminata dal carattere stesso. La parte rimanente della griglia del carattere è detta primo piano. Nei modi grafici, l'area dello schermo che non risulta illuminata dagli oggetti grafici.

Stato di wait (attesa):
Quando un processore di sistema sta leggendo o scrivendo in memoria e un dispositivo periferico non è in grado di rispondere abbastanza velocemente, viene inframmezzato un intervallo di tempo (generalmente una frazione di microsecondo) in cui il processore non fa nulla ma attende il dispositivo più lento. Ciò ha un effetto deleterio sull'intero sistema, ma è spesso necessario. A causa della costante necessità di eseguire il refresh dello schermo, molte schede video, comprese l'EGA e la VGA, impongono stati di attesa al processore.

Stile (font):
Questo termine è originario dell'editoria. Uno stile è un'insieme di caratteri di una particolare dimensione e forma (come l'Helvetica di 14 punti).

Sync, impulso di sincronismo:
Un altro termine per gli impulsi di ritraccia orizzontali e verticali in un video CRT.

Tavolozza:
La scelta dei colori disponibili in un sistema di visualizzazione grafica a colori. Il termine spesso si riferisce a una Look-up-Table.

Tavolozza dei colori:
L'insieme dei colori disponibili in un dato sistema di visualizzazione.

VGA:
La scheda IBM Virtual Graphics Array.

Video analogico:
Un dispositivo di visualizzazione che utilizza un'interfaccia analogica.

Video Composito
Un dispositivo di visualizzazione che utilizza un segnale di sincronismo composito (sincronismo verticale ed orizzontale combinato) invece di segnali di sincronismo separati.

Video CRT:
Video a tubo a raggi catodici; tutti i dispositivi di visualizzazione discussi in questo testo ricadono in questa categoria.

Video digitale:
Un dispositivo di visualizzazione che utilizza un'interfaccia digitale.

Video monocromatico:
Un dispositivo di visualizzazione ad un solo colore, spesso indicato come video in bianco e nero anche se i colori più spesso utilizzati sono il verde e

l'ambra. Spesso indicato come video a due colori (ove il secondo colore è il nero).

Video Multisync:
Un dispositivo video commercializzato da NEC Corporation, EGA compatibile, in grado anche di visualizzare a risoluzioni più alte. Molti dispositivi video operano a una sola scansione orizzontale, mentre il video Multisync prevede una gamma di frequenze di scansione e diverse risoluzioni dello schermo.

Video principale:
Un termine IBM per indicare il dispositivo di console; il dispositivo al quale il DOS invia i messaggi e commenti.

Video secondario:
Un termine IBM per indicare un dispositivo di visualizzazione che non sia quello di console, ma che può essere utilizzato da un programma applicativo per visualizzare i dati.

VLSI:
Very Large Scale Integration (integrazione su vastissima scala): la tecnologia dei circuiti integrati (chip) con migliaia di transistor su un solo dispositivo. Il progetto dei personal computer è stato reso possibile dalla tecnologia VLSI.

Indice analitico

INFORMATICA

ISBN 88-7081-581-1

La scheda EGA (Enhanced Graphics Adapter) e la sua consimile (Video Graphics Array) sono divenute negli ultimi anni le schede grafiche più comuni su PC IBM ed elaboratori compatibili contribuendo a innalzare sempre più la qualità della grafica nell'utilizzo con personal computer a costi accessibili.
Scopo di questo volume è di far risparmiare al lettore il lavoro di interpretazione dei manuali di riferimento e le conseguenti molte ore spese in noiosi tentativi. Non è richiesta nessuna competenza di programmazione e il testo è organizzato in modo da poter essere consultato da principianti anche se può costituire un utile punto di riferimento per il lettore più esperto.
Il testo analizza nel primo capitolo i modi operativi standard di EGA e VGA, nel secondo le architetture, nel terzo tutti i registri I/O (oltre sessanta) e nel quarto il BIOS su ROM, l'interfaccia ufficialmente indicata da IBM per programmare le schede. L'appendice è dedicata ai dati tecnici di EGA e VGA in un formato di facile consultazione per il programmatore.

L. 32.000

tecniche nuove